İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR OTEL YAPISININ DEPREM GÜVENLİĞİNİN SAPTANMASI VE GÜÇLENDİRME SONRASI DİNAMİK KARAKTERİSTİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş Müh. Yıldırım M. YILMAZ

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Programı: Yapı Mühendisliği

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Zeki HASGÜR

OCAK 2003

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR OTEL YAPISININ DEPREM GÜVENLİĞİNİN SAPTANMASI VE GÜÇLENDİRME SONRASI DİNAMİK KARAKTERİSTİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş Müh. Yıldırım M. YILMAZ

(501001125)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :23/Aralık/2002
Tezin Savunulduğu Tarih :15/Ocak /2003

Tez Danışmanı :Prof.Dr. Zeki HASGÜR
Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr.Feridun ÇILI
Yrd.Doc.Dr.Beyza TAŞKIN

OCAK 2003

ÖNSÖZ

Günümüzde meydana gelen depremler, insanlar üzerinde maddi ve manevi olarak derin izler bırakması sonucu gücünün ihmal edilme olasılığının biran bile düşünülmemesi gerekliliğini çok açık olarak ortaya koymaktadır.

Ancak, hal böyle iken dahi yapıların mühendislik hizmeti almadan inşa edilmesi, hatalı projelendirilmesi, uygulamaların proje ve şartnamelere uygun yapılmaması, yönetmelik ve şartnamelerin zamanla değişmesi, meydana gelen depremler sonucu hasar gören yapıların taşıma kapasitelerinde azalma olması gibi nedenlerden dolayı onarım ve güçlendirme metodlarına başvurulması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu ise deprem etkisi altında yapıların davranışının incelenmesinin önemine işaret etmektedir.Bu sebeple mevcut yapılarla ilgili değerlendirmelerin sağlıklı yapılabilmesi için mühendislerin yapı davranış bilgisine sahip olması gerekmektedir.

Sunulan bu çalışmanın esas amacı mevcut bir yapının deprem güvenliğinin saptanmasında incelenecek yol, değerlendirme ve güçlendirme ihtiyacına yönelik uygulanacak yöntemin belirlenmesinde dikkat edilmesi gerekli kriterlerin ortaya konulmasıdır.

Bu tez çalışmasında, ilk olarak mevcut bir yapının deprem güvenliği saptanmış, ikinci kısımda güçlendirme kriterleri ortaya koyularak güçlendirme metodu seçilmiş, son olarak da yapılan güçlendirmelerin yapının dinamik karakteristiklerinde meydana getirdiği değişiklikler irdelenmiştir.

Yapılan bu çalışmada sonsuz yardım ve desteğinden dolayı danışmanım sayın Prof. Dr. Zeki HASGÜR' e şükranlarımı sunarım. Ayrıca bu tezin hazırlanma sürecinde bana karşı son derece anlayışlı olan değerli aileme ve destek veren komutanlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

23 / 12 / 2002 Yıldırm M. YILMAZ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	**ii**
TABLO LİSTESİ	**vi**
ŞEKİL LİSTESİ	**vii**
SEMBOL LİSTESİ	**viii**
ÖZET	**xi**
SUMMARY	**xii**
1. GİRİŞ	**1**
2. YAPININ MEVCUT DURUMUNUN İNCELENMESİ	**2**
2.1. Yapının Genel Tanımı	2
2.2. Yerinde Yapılan Gözlem ve Ölçümler	2
3. MEVCUT YAPININ DEPREM GÜVENLİĞİNİN İNCELENMESİ VE ANALİZİ	**5**
3.1.Depreme Karşı Dayanımın Farklı Metodlarla Tespiti	5
3.1.1. Zemin Kat Düşey Taşıyıcı Elemanların Analizi Metodu	5
3.1.2. Sismik Dayanım Katsayısı Metodu	6
3.2.Mevcut Yapının Analizi	9
3.2.1.Taşıyıcı Sistem Elemanlarına Düşey Yük Aktarımı	11
3.2.1.1.Yük Analizi	11
3.2.1.2.Kirişlere Düşey Yük Aktarımı	12
3.2.2.Mevcut Yapının Yatay Yükleme Durumu	19
3.2.2.1.Yapı Ağırlığı ve Kat Kütlelerinin Hesabı	19
3.2.2.2.Yatay Deprem Yüklerinin Hesabı	20
3.2.3.Yapısal Çözümleme ve Kesit Kapasite Tahkikleri	22
3.2.3.1.Yapısal Çözümleme Konusunda Bilgi	22
3.2.3.2.Mevcut Yapı Kapasite Tahkikleri	23
3.2.3.3.Eğilme Momenti Tahkikleri	24
3.2.3.4.Kesme Kuvveti Tahkiki	25
3.2.3.5.Eksenel Kuvvet Tahkiki	25
3.2.3.6.Göreli Kat Ötelemeleri Tahkiki	26
4. GÜÇLENDİRME ÇALIŞMALARI	27
4.1.Güçlendirme Çalışmaları Hakkında Genel Bilgi	27
4.2.Mevcut Yapının Güçlendirme Çalışmaları I. Alternatif	27
4.2.1.Kat Ağırlıkları ve Katlara Gelen Yatay Deprem Yükleri	30
4.2.1.1.Kat Ağırlıkları ve Kat Kütleleri	30
4.2.1.2.Deprem Yüklerinin Hesabı	31
4.2.2.Analiz Sonuçlarıyla Devrilme Momenti Tahkiki	34
4.3.Mevcut Yapının Güçlendirme Çalışmaları II. Alternatif	35
4.3.1.Kat Ağırlıkları ve Katlara Gelen Yatay Deprem Yükleri	37
4.3.1.1.Kat Ağırlıkları ve Kat Kütleleri	37

4.3.1.2.Deprem Yüklerinin Hesabı 38
4.3.2.Analiz Sonuçlarıyla Devrilme Momenti Tahkiki 41
4.3.3.Analiz Sonuçlarıyla Kapasite Tahkiklerinin Yapılması 42
4.3.3.1.Eğilme Momenti Tahkiki 42
4.3.3.2.Kesme Kuvveti Tahkiki 42
4.3.3.3.Eksenel Kuvvet Tahkiki 42
4.3.4.Sonuçların Değerlendirilmesi 42
4.4.Güçlendirmeye Esas Sistem 43
4.4.1.İç Kuvvetlerin Hesaplanması 44
4.4.1.1.Perdelere Düşey Yük Aktarımı 44
4.4.2.Yatay Yükleme Durumu 45
4.4.2.1.Yapı Ağırlığı ve Kat Kütlelerinin Hesabı 45
4.4.2.2.Deprem Yüklerinin Hesabı 48
4.4.2.3.Perde Devrilme Tahkiki 51
4.4.3.Depreme Karşı Dayanımın farklı Metodlarla Tespiti 53
4.4.3.1.Zemin Kat Düşey Taşıyıcı Elemanların Analizi Metodu 53
4.4.3.2.Sismik Dayanım Katsayısı Metodu 53
4.4.4.Analiz ve Kesit Kapasite Tahkikleri 55
4.4.4.1.Eğilme Momenti Tahkiki 57
4.4.4.2.Kesme Kuvveti Tahkiki 60
4.4.4.3.Eksenel Kuvvet Tahkiki 60
4.4.4.4.Göreli Kat Ötelemeleri Tahkiki 60

5.GÜÇLENDİRMEYE ESAS SİSTEMDE TEMEL BOYUTUNUN BELİRLENMESİ 61
5.1.Bina Temel Alanının Yeterliliğinin Kontrolü 61
5.2.İki Doğrultuda Uzanan Sürekli Temel Boyutlandırması 63
5.2.1.X Doğrultusunda Uzanan Sürekli Temeller 63
5.2.2.Y Doğrultusunda Uzanan Sürekli Temeller 65
5.3.Radye Temel Boyutlandırması 68

6.GÜÇLENDİRME ÇALIŞMALARI SONUCUNDA YAPININ DİNAMİK KARAKTERİSTİKLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ 70
6.1.Taşıyıcı Sistem Karşılaştırması 70
6.1.1.Moment Diyagramlarının Karşılaştırılması 70
6.1.2.Normal Kuvvet Diyagramlarının Karşılaştırılması 70
6.1.3.Periyot ve Deplasmanların Karşılaştırılması 71
6.2.Dinamik Hesap Karşılaştırması 72
6.2.1.Mod Şekilleri ve Periyotların Karşılaştırılması 72
6.2.2.Taban Devrilme Momentlerinin Karşılaştırılması 72

7.SONUÇ VE ÖNERİLER 74
KAYNAKLAR 76

EKLER **77**
EK-A Kolon Kapasite Tahkikine Ait Fortran Akış Diagramı 78
EK-B Mevcut Proje 82
EK-C Güçlendirme Projesi 87
EK-D Detay Projeleri 93
EK-E Tablolar 96
EK-F Şekiller **123**

ÖZGEÇMİŞ **130**

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 3.1.	Sismik Dayanım Katsayıları ve Depreme Karşı Dayanım Düzeyleri	7
Tablo 3.3.	Hareketli Yük Değerleri	11
Tablo 3.4.	Deprem Yükü Hesabı İçin Gerekli Yapı ve Zemin Karekteristik Değerleri	20
Tablo 3.5.	Deprem Kuvvetlerinin Katlara Dağıtılması	22
Tablo 3.6.	%5 Dışmerkezlikle Bulunan Burulma Momentleri	22
Tablo 3.15.	Mevcut Yapı X Doğrultusu Göreli Kat Ötelemeleri	26
Tablo 3.16.	Mevcut Yapı Y Doğrultusu Göreli Kat Ötelemeleri	26
Tablo 4.1 .	Güçlendirme Çalışmaları I.Alternatif Kat Ağırlıkları ve Kütleleri	31
Tablo 4.2.	Deprem Yükü Hesabı İçin Gerekli Yapı ve Zemin Karekteristik Değerleri	31
Tablo 4.3.	Güçlendirme Çalışmaları I.Alternatif Sistem Deprem Kuvvetlerinin Katlara Dağıtılması	33
Tablo 4.4.	Güçlendirme Çalışmaları I.Alternatif Sistem Deprem %5 Dışmerkezlikle Bulunan Burulma Momentleri	33
Tablo 4.5.	Güçlendirme Çalışmaları II.Alternatif Kat Kütleleri ve Ağırlıkları	38
Tablo 4.6.	Deprem Yükü Hesabı İçin Gerekli Yapı ve Zemin Karekteristik Değerleri	38
Tablo 4.7.	Güçlendirme Çalışmaları II.Alternatif Sistem Deprem Kuvvetlerinin Katlara Dağıtılması	40
Tablo 4.8.	Güçlendirme Çalışmaları II.Alternatif Sistem Deprem %5 Dışmerkezlikle Bulunan Burulma Momentleri	40
Tablo 4.24.	Güçlendirmeye Esas Sistem Deprem Yükü Hesabı İçin Gerekli Yapı ve Zemin Karekteristik Değerleri	48
Tablo 4.25.	Güçlendirme Çalışmaları II.Alternatif Sistem Deprem Kuvvetlerinin Katlara Dağıtılması	51
Tablo 4.26.	Güçlendirmeye Esas Sistem %5 Dışmerkezlikle Bulunan Burulma Momentleri	51
Tablo 4.55.	Güçlendirmeye Esas Sistem X Doğrultusu Göreli Kat Ötelemeleri	60
Tablo 4.56.	Güçlendirmeye Esas Sistem Y Doğrultusu Göreli Kat Ötelemeleri	60
Tablo 5.1.	Bina Temel Alanının Yeterliliğinin Kontrolü İçin Yapılan Hesap Sonuçları	63
Tablo 5.2.	A-A ve D-D Akslarındaki Sürekli Temel Boyutlarının Yeterliliğinin Kontrolü İçin Yapılan Hesap Sonuçları	64
Tablo 5.3.	C-C ve B-B Akslındaki Sürekli Temel Boyutlarının Yeterliliğinin Kontrolü İçin Yapılan Hesap Sonuçları	65
Tablo 6.1.	Mevcut ve Güçlendirilmiş Yapı Göreli Kat Ötelemeleri (X doğrultusu).	71
Tablo 6.2.	Mevcut ve Güçlendirilmiş Yapı Göreli Kat Ötelemeleri (Y Doğrultusu)	71
Tablo 6.3.	Mevcut ve Güçlendirilmiş Yapı Peryotları	72

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 2.1.	Mevcut Yapı Plan Görünüşü (Zemin Kat Seviyesinde)	3
Şekil 3.2.	Mevcut Yapı Üç Boyutlu Mekanik Modeli	23
Şekil 3.3.	Mevcut Yapı EX5 Yüklemesi Enerji Diyagramı	24
Şekil 4.1.	Güçlendirme Çalışmaları1.Alternatif Planı (Zemin Kat Seviyesinde)	29
Şekil 4.2.	Güçlendirme Çalışmaları I.Alternatif Üç Boyutlu Mekanik Modeli	33
Şekil 4.3.	Alternatif Sistem Deprem Yükleri ve Katlara Dağılımı	36
Şekil 4.4.	Güçlendirme Çalışmaları II.Alternatif Planı (Zemin Kat Seviyesinde)	40
Şekil 4.5.	II.Alternatif Sistem Üç Boyutlu Mekanik Modeli	40
Şekil 4.6.	II.Alternatif Sistem Deprem Yükleri ve Katlara Dağılımı	41
Şekil 4.7.	Güçlendirmeye Esas Sistem Kat Planı (Zemin Kat Seviyesinde)	50
Şekil 4.8.	Güçlendirmeye Esas Sistem Deprem Yükleri ve Katlara Dağılımı	51
Şekil 4.9.	Güçlendirmeye Esas Sistem Üç Boyutlu Mekanik Modeli	56
Şekil 4.10.	Güçlendirmeye Esas Sistem EX5 Yüklemesi Enerji Diyagramı	56
Şekil 4.11.	Mantolu Kolonların Normal Kuvvet-Eğilme Momenti Etkileşim Diyagramı	58
Şekil 4.12.	Perdelerin Normal Kuvvet-Eğilme Momenti Etkileşim Diyagramı (X Doğrultusunda)	59
Şekil 4.13.	Perdelerin Normal Kuvvet-Eğilme Momenti Etkileşim Diyagramı (Y Doğrultusunda)	59

SEMBOL LİSTESİ

A	**:** Temel alanı
A(T)	**:** Spektral ivme katsayısı
$\mathbf{A_{C1}}$	**:** $R_H=h_o/h_s \geq 3.3$ olan kolonların (eğilme modu) enkesit alanlarının toplamı.
$\mathbf{A_{C2}}$	**:** $R_H=h_o/h_s < 3.3$ olan kolonların (kayma modu) enkesit alanlarının toplamı.
$\mathbf{A_{ca}}$	**:** Zemin kat betonarme kolonların toplam enkesit alanı.
$\mathbf{A_o}$	**:** Etkin Yer İvmesi Katsayısı
$\mathbf{A_s}$	**:** İncelenen doğrultuda çalışan donatı enkesit alanı.
$\mathbf{A_{w1}}$	**:** Kolonlara bağlı olan perdelerin enkesit alanları.
$\mathbf{A_{w2}}$	**:** Kolonlara bağlı olmayan perdelerin enkesit alanları.
$\mathbf{A_{wa}}$	**:** Zemin kat betonarme perdelerin toplam enkesit alanı.
b	**:** Kolon genişliği.
$\mathbf{b_w}$	**:** Perdenin gövde kalınlığı.
$\mathbf{C_1, C_2, C_{B1}, C_{B2}}$	**:** Amprik esaslı sismik dayanım katsayıları
$\mathbf{E_x, E_y}$	**:** X ve y doğrultularında deprem yükü.
$\mathbf{f_{cd}}$	**:** Betonun tasarım basınç dayanımı
$\mathbf{f_{ck}}$	**:** Betonun karakteristik silindir basınç dayanımı
$\mathbf{f_{ctd}}$	**:** Betonun tasarım çekme dayanımı
$\mathbf{F_i}$	**:** Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
$\mathbf{f_{yd}}$	**:** Boyuna donatının tasarım akma dayanımı
$\mathbf{f_{yk}}$	**:** Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
$\mathbf{f_{ywd}}$	**:** Enine donatının tasarım akma dayanımı
$\mathbf{f_{ywk}}$	**:** Enine donatının karakteristik akma dayanımı
G	**:** Bina toplam sabit yükü
h	**:** Kolonun gözönüne alınan deprem doğrultusundaki enkesit boyutu
$\mathbf{h_i}$	**:** Binanın i'inci katının kat yüksekliği
$\mathbf{h_{max}}$	**:** En büyük kat yüksekliği.
$\mathbf{h_o}$	**:** Kolon temiz yüksekliği.
$\mathbf{h_s}$.	**:** Kolon derinliği.
$\mathbf{H_w}$.	**:** Bodrum katında rijitliği üst katlara oranla çok büyük perdeler bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı için zemin kat döşemesinden itibaren toplam perde yüksekliği.
$\mathbf{H_{cr}}$	**:** Kritik perde yüksekliği
I	**:** Bina Önem Katsayısı, Atalet momenti
$\mathbf{I_x, I_y}$	**:** X ve y doğrultsunda atalet momenti
$\mathbf{k_v}$	**:** Zemin yatak katsayısı
L	**:** Kiriş kesme kuvveti moment kolu uzunluğu
$\mathbf{L_w}$	**:** Perdenin plandaki uzunluğu.
M	**:** Moment
$\mathbf{M_b}$	**:** Burulma momenti
$\mathbf{M_{be}}$	**:** Basit eğilme moment değeri
$\mathbf{M_d}$	**:** Hesaplanan moment
$\mathbf{M_{den}}$	**:** Dengeli kesit moment değeri

m_i : Binanın i'inci katının kütlesi (m_i : w_i / g)
M_r : Taşıma gücü momenti
n : Hareketli Yük Katılım Katsayısı, etriye kol sayısı, normal kuvvet- moment etkileşim diyagramı normal kuvvet düzeyi
N : Normal kuvvet
N_d : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi
N_{den} : Dengeli kesit eksenel kuvveti
N_{dmax} : Yük katsayıları kullanılarak, sadece düşey yüklere göre veya düşey yükler ve deprem yüklerine göre hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü
N_{max} : Elemana etkiyen en yüksek eksenel kuvvet.
N_o : Basit eksenel kuvvet değeri
N_r : Taşıma gücü eksenel kuvveti
Q. : Bina toplam hareketli yükü.
q_i : Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
R : Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_a(T)$: Deprem Yükü Azaltma Katsayısı
R_H : Kolonlara ait eğilme veya kayma modu gösterge değeri
s : Enine donatı aralığı, spiral donatı adımı
$S(T)$: Spektrum Katsayısı
S_{B1}, S_{B2}, S_{B3} : Amprik esaslı sismik dayanım katsayıları
S_{BG} : Amprik esaslı sismik dayanım indeksi
T : Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1 : Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
T_{1A} : Binanın amprik bağıntı ile hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu [s]
T_A, T_B : Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
T_o : Perde Bağ Kirişlerinden Gelen Kesme Kuvveti Toplamı
T_r, T_s : Binanın r'inci ve s'inci doğal titreşim periyotları [s]
V_d : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi
V_i : Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın I'inci katına etki eden kat
V_{pd} : Tasarım zımbalama kesme kuvveti
V_{pr} : Zımbalama kesme kuvveti kapasitesi
V_r : Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı
V_t : Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W : Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
W_a : Zemin kat üzerindeki katların ağırlığı
W_i : Binanın ikinci katındaki haraketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
w_i : Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
W_s . : İncelenen katın üzerindeki katların toplam ağırlığı.
$\varnothing$: Donatı çapı
$\varnothing_h$: Enine donatı çapı
γ : Malzeme birim hacim ağırlığı
α : Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen eğilme momentleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentine oranı (Perde tabanındaki eğilme momentlerinin hesabında, perdelere düzlemi içinde saplanan kirişlerin uçlarında depremden

meydana gelen kesme kuvvetlerinin katkısı da gözönüne alınabilir.)

σ : Zemin kat düşey taşıyıcı elemanların analizi metodu amprik değeri

σ_{min} : Temel tabanındaki en düşük gerilme değeri

σ_{zem-em} : Zemin emniyet gerilmesi.

δ_i : İ'inci kat ötelemesi

Δ : Göreli kat ötelemesi

$\bar{\zeta}_1, \bar{\zeta}_2$: Amprik esaslı sismik dayanım katsayıları

$\sum A_g$: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı

$\sum A_p$: Binanın tüm katlarının plan alanlarının toplamı

ΣM_{1x} : X doğrultusundaki Perdelerin Aldığı Toplam Moment

ΣM_{1y} : Y doğrultusundaki Perdelerin Aldığı Toplam Moment

ΣM_o : Toplam Taban Devrilme Momenti

ΣM_{MX} . : X doğrultusunda kolon ve perde alt uçlarında oluşan eğilme momentlerinin toplamı.

ΣM_{MY} : Y doğrultusunda kolon ve perde alt uçlarında oluşan eğilme momentlerinin toplamı.

ΣM_{NX} : Eksenel kuvvetlerin geometri merkezine taşınmasıyla X doğrultusunda oluşan momentlerin toplamı.

ΣM_{NY} : Eksenel kuvvetlerin geometri merkezine taşınmasıyla Y doğrultusunda oluşan momentlerin toplamı

ΣM_X : Geometri merkezine taşınmış X doğrultusu eğilme momenti.

ΣM_Y : Geometri merkezine taşınmış Y doğrultusu eğilme momenti.

ΣN : Kolon ve perde tabanında oluşan eksenel kuvvetlerin toplamı

Bir Otel Yapısının Deprem Güvenliğinin Saptanması Ve Güçlendirme Sonrası Dinamik Karakteristiklerindeki Değişimlerin İncelenmesi

ÖZET

Bu çalışmanın konusu bir otel yapısının deprem güvenliğinin saptanması ve güçlendirme sonrası dinamik karakteristiklerindeki değişimlerin incelenmesidir.Yapılan bu çalışma üç ana kısımdan oluşmaktadır.Birinci kısımda mevcut yapının deprem güvenliği saptanmıştır. İkinci kısımda deprem güvenliğini sağlamadığı tespit edilen mevcut yapının güçlendirme çalışmaları yapılmıştır. Üçüncü kısımda ise güçlendirme sonucu yapının dinamik karakteristiklerinde meydana gelen değişiklikler açıklanmıştır.

İlk bölümde bina ve binanın oturduğu zemin ile ilgili bilgiler verilerek yapısal analize esas modelleme ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında binanın ağırlığı ve kat kütleleri hesaplanarak " Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik " gereği bina taşıyıcı sistemi, yapıdaki düzensizlikler, spektral ivme katsayısı, deprem yükü azaltma katsayısı belirlenmiş ve Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile yatay deprem yükü hesabı yapılmıştır. Ayrıca bu bölümde yapının deprem güvenliğinin tespitinde ampirik esaslı iki metod kullanılmıştır. Söz konusu metodlar da bu çalışma kapsamında detaylı olarak anlatılmıştır.

İkinci bölümde bahse konu yapının deprem kuvvetlerine karşı güvenliğinin artırılması için yürütülen işlemler açıklanmıştır. Güçlendirme yöntemi olarak kolonların mantolanması ve taşıyıcı sisteme ilave betonarme perdeler eklenmesi yöntemleri kullanılmıştır. İlave olarak taşıyıcı sisteme yerleştirilecek perdelerin yeri ve miktarının belirlenmesinde izlenen yollar bu kapsamda detaylı olarak gösterilmiştir. Bu anlamda devrilme momenti tahkiklerinin önemi açıkça ortaya koyulmuştur. Deprem yüklerinin büyük bir kısmının ilave perdelerle karşılanması amaç edinilerek sadece taşıma gücü kapasitesini aşan kolonlara mantolama yapılmıştır.

Yukarıda özetlenen yöntemle oluşturulan pek çok taşıyıcı sistem seçeneği irdelenmiş ve sonuçta tüm tahkik ve analizleri sağlayan sistem, güçlendirme projesi olarak projelendirilmiştir. Bu kısımda ayrıca kesitlerin artması nedeni ile söz konusu yapı için gerekli temel tipi ve boyutları belirlenerek temel sisteminde de güçlendirme yapılmıştır.

Tezin üçüncü kısmını oluşturan son bölümde ise güçlendirme sonrası bahse konu yapıya ait dinamik karakteristiklerdeki değişiklikler ortaya koyulmuştur. Mevcut yapı ile güçlendirilmiş yapı ve alternatif güçlendirme yöntemlerine ait taşıyıcı sistemlerin moment, normal kuvvet, peryot ve deplasman değerlerindeki değişiklikler, şekiller ve tablolar yardımıyla karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır. Böylece depreme dayanıklı yapı tasarımda uygulanması gereken koşullar açıkça vurgulanmıştır.

Determination Of Seismic Safety And Investigation Of Changes In Dynamic Characteristics Upon Strengthening For A Hotel Building

SUMMARY

The subject of this thesis study is determination of seismic safety and investigation of changes in dynamic characteristics upon strengthening for a hotel building. The thesis is composed of three sections. In the first section determination of seismic safety for the hotel building under investigation is described. The second section describes/discusses the strengthening studies of the building which has been determined to be unsafe under earthquake. In the third section, changes occurred in dynamic characteristics of the building upon strengthening are explained.

In the first section basic data related to building and properties of soil on which it sits is presented. After that, modeling studies that form the basis of structural analysis is explained. In this section weight of the building and mass of floors are calculated. Then structural system, irregularities included, spectral acceleration coefficient, seismic load reduction factor are determined for the building as a requirement of "Specification for Structures to be Built in Disaster Areas" and horizontal earthquake load is calculated using Equivalent Seismic Load Method. Two empirical methods used for determination of seismic safety is also included in this section. Both methods are explained in detail in context of section.

The second section explains the actions carried out for strengthening of the building in order to increase its safety under earthquake. Strengthening of columns and addition of shear walls to structural system are the methods used in order to strengthen the building. Methods used for determination of number and location of shear walls added to structural system are explained in detail in the section. Regarding that point the importance of investigation of overturning moment is figured out/clarified. Strengthening application is performed with the goal of carrying high portion of earthquake loads by added shear walls and only columns that carry load exceeding its ultimate strength capacity are strengthened.

Many structural system alternatives have been investigated and analyzed using the method described above. Among these alternatives, the structural system that has proved satisfactory for all conditions is chosen for strengthening project. As a result of increase in cross-sections upon strengthening, foundation type and sizes required for the building investigated have been determined and necessary strengthening for them has also been performed.

In the last section of the thesis, changes in dynamical characteristics that occurred upon strengthening have been presented. Changes in moment, axial force, period and displacement values for investigated building, strengthened building and different strengthening alternatives have been comparatively explained using figures and tables. Doing so rules that need to be applied in earthquake resistant design have been emphasized.

1. GİRİŞ

Depremler seyrek tekrarlandıkları için sürekli gündemde olmayan, ancak meydana geldiklerinde toplumları derinden etkileyen doğa olaylarıdır. Ülkemizde her 10 yılda hasar gücüne sahip en az bir deprem olmaktadır. 1992 Erzincan, 1995 Dinar, 1998 Adana-Ceyhan ve 1999 Kocaeli, Düzce depremleri, 1970 Gediz depreminden bu yana uzunca bir aradan sonra özellikle kentsel yerleşim bölgelerini şiddetle etkileyen depremler olmaları nedeniyle toplumumuzda derin izler bırakmışlardır. Doğal bir sonuç olarak, gerek yeni inşa edilecek, gerekse mevcut yapıların depreme karşı dayanıklılığı toplumumuz için büyük önem kazanmıştır. Dolayısıyla, ülkemizin deprem bölgelerinde bulunan hasarlı yapıların onarımı, hasarsız yapıların ise muhtemel bir depreme karşı dayanıklılığının tesbiti ve güçlendirme yöntemleri üzerine incelemeler ve araştırmalar hız kazanmıştır.

Bu çalışmanın konusu bir otel yapısının deprem güvenliğinin saptanması ve güçlendirme sonrası dinamik karakteristiklerindeki değişimlerin incelenmesidir. Çalışma üç ana bölümde incelenmiştir. İlk olarak, mevcut yapının 1997 Deprem Yönetmeliğine göre incelemesi yapılmıştır. İkinci olarak deprem yükleri altında yapı sisteminin yetersiz olması üzerine binanın deprem yüklerine karşı dayanımını arttıracak alternatif perde yerleştirmesine göre güçlendirme projeleri hazırlanmıştır. Son olarak bu projelerin deprem kuvvetlerine karşı yeterliliğinin incelenmesinden sonra tahkikleri sağlayan güçlendirme sistemi seçilmiş ve seçilen güçlendirme sisteminin yapının dinamik parametrelerinde meydana getirdiği değişimler ve bu değişimlerin binaya olan etkileri analiz edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada gerek mevcut yapının, gerekse güçlendirilmiş yapının depreme karşı dayanıklılığının tespitinde ampirik esaslı iki metoda yer verilmiş ve söz konusu metodların yapısal analiz sonuçları ile uyumluluğu irdelenmiştir.

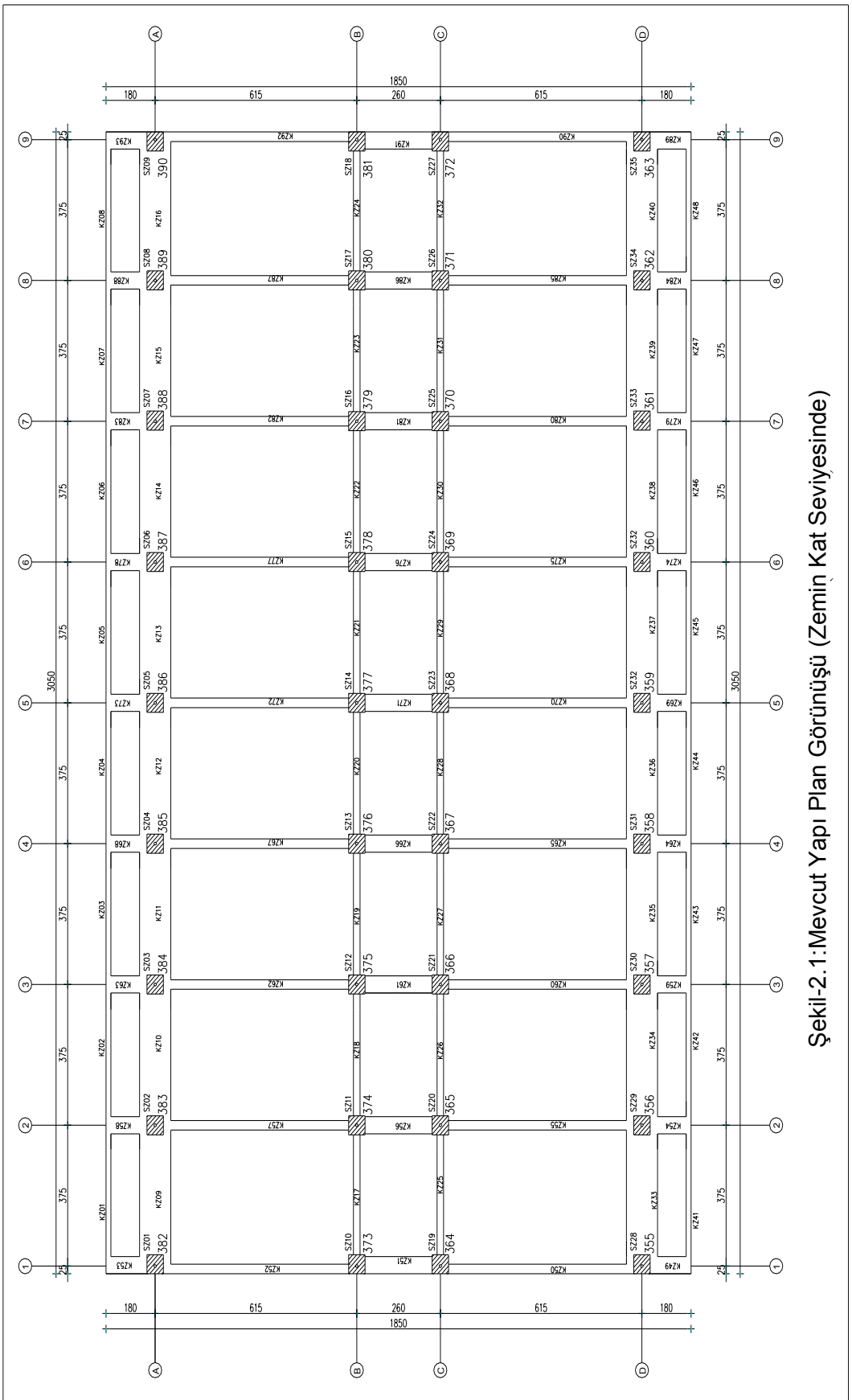
2. YAPININ MEVCUT DURUMUNUN İNCELENMESİ

2.1. Yapının Genel Tanımı

Bu çalışmada incelenecek yapı bir otel binasıdır. Yapı otel amaçlı olarak kullanılmaktadır. Yaklaşık 20 yıl önce inşa edilmiş söz konusu yapıya ait mimari ve statik projeler mevcut olmadığı için yapının taşıyıcı sistemine ait rölevesinin çıkarılması gerekli olmuştur. Yapı planda 30.50 m x 18.50 m lik bir alanı kaplamakta olup, ortogonal betonarme çerçeve taşıyıcı sisteme sahiptir. Yapı 1 bodrum, 1 zemin, 3 normal ve 1 çatı katı olmak üzere toplam 6 katlıdır. Yapının uzun doğrultusunda 8 açıklık, kısa doğrultusunda 3 açıklık bulunmaktadır. Yapı, her iki doğrultuda simetrik olarak yerleştirilmiş olan taşıyıcı elemanlardan oluşmaktadır. Tüm katlarda, nervürlü döşeme sistemi mevcuttur. 7 cm tabla kalınlığı, 23 cm diş yüksekliği olmak üzere toplam döşeme kalınlığı 30 cm dir. Yapının temel sisteminin sürekli temellerden oluştuğu tahmin edilmektedir. Yapının kat yükseklikleri değişken olmakla birlikte, bodrum katta 4 m; zemin, birinci ve ikinci katlarda 2.75 m; üçüncü katta 3.0 m. ve çatı katında 2.90 m dir. Yapının taşıyıcı sisteminin mevcut durumu detaylı olarak bu çalışmanın ekinde verilen rölevelerde bulunmaktadır. Ayrıca mevcut yapının zemin kat seviyesinde plan görünüşü Şekil-2.1'de verilmiştir.

2.2. Yerinde Yapılan Gözlem Ve Ölçümler

Binada taşıyıcı eleman boyutlarının, boyuna ve enine donatıların, taşıyıcı sistem yerleşiminin belirlenmesi, genel olarak beton kalitesinin, tahribatlı ve tahribatsız deneylerle belirlenmesi, yapıda zamana bağlı ve 1999 yılında yaşanan depremler sonucu herhangi bir hasarın oluşup oluşmadığının belirlenmesi için yerinde incelemeler yapılmıştır.



Şekil-2.1:Mevcut Yapı Plan Görünüşü (Zemin Kat Seviyesinde)

Yapıya ait herhangi bir proje bulunmadığı için, taşıyıcı sistem rölevesinin çıkarılması çalışmanın ilk adımı olmuştur. Buna göre, yatay ve düşey taşıyıcı elemanların boyutları ölçülmüş ve konumları belirlenmiştir.

Bazı elemanlarda beton örtüsü ve sıva kaldırılarak, bazı elemanlarda ise manyetik alan etkisine göre çalışan paşometre kullanılarak kesitlerdeki boyuna donatı sayıları ve enine donatı aralıkları belirlenmiş, beton örtüsü kaldırılan elemanlarda boyuna ve enine donatı çapları ölçülmüş, donatı tipleri kontrol edilmiştir. Mevcut kesitler için yapılan tahkiklerde bu incelemeler sonucunda elde edilen veriler esas alınmıştır.

Genel olarak yapıda kullanılmış olan tüm boyuna ve enine donatılar BÇI kalitesindedir. Taşıyıcı elemanlarda kolon kiriş sarılma bölgelerinde yapılması gereken enine donatı sıklaştırılması yapılmadığı görülmüştür. Enine donatı aralıkları genel olarak 20-25 cm arasındadır. Döşeme üzerlerinde farklı zamanlarda yapılmış farklı cins ve kalınlıkta döşeme kaplamaları bulunmaktadır. Yapının taşıyıcı elemanlarında 17 Ağustos 1999 ve 12 Kasım 1999 depremlerinin neden olduğu ve yapının deprem güvenliğini olumsuz yönde etkileyecek düzeyde herhangi bir hasar gözlenmemiştir. Özellikle birinci kat ve dış cephe taşıyıcı elemanlarının bir bölümünde donatıların korozyona uğradığı ve bunun neticesi olarak da, eleman boyuna doğrultusunda çatlakların oluştuğu gözlenmiştir. Yapıda belirgin bir yumuşak veya zayıf kat durumu söz konusu değildir. Yapıda önemli boyutta burulma düzensizliği ve döşeme süreksizliği mevcut değildir. Alt katlardan düzenli olarak devam eden iç akslardaki bazı kolonlar sadece en üst kat olan çatı katında devam etmektedir.

Beton kalitesinin genel olarak tespit edilmesi için yapının değişik kat ve elemanlarında Ø=92.5 mm çaplı ve değişken yükseklikli 7 adet karot numune alınmış ve bu numuneler eksenel basınç deneyine tabi tutulmuştur. Bu deneylerle birlikte çok sayıda elemanda da tahribatsız beton dayanım deneyleri yapılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçların istatistiksel yöntemler ile değerlendirilmesi sonucu, karakteristik beton dayanımının zemin ve normal katlarda 11,1 MPa olarak gözönüne alınabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

3. MEVCUT YAPININ DEPREM GÜVENLİĞİNİN İNCELENMESİ VE ANALİZİ

3.1. Depreme Karşı Dayanımın Farklı Metodlarla Tespiti

Yapıların depreme karşı dayanıklılıklarının belirlenmesinde kullanılan ampirik esaslı iki metod (S_{BG} indisi ve σ yöntemi) bu çalışmada bahse konu yapıda uygulanmış, mevcut durum ve güçlendirme sonrasında yapının depreme karşı dayanıklılığındaki farklılıkların tespit edilmesi hususunda yararlanılarak yapısal analiz sonuçlarıyla uyumluluğu incelenmiştir. Japonya'da betonarme binaların sismik dayanımları yıllardır incelenmektedir. Birçok araştırmacı özellikle 1968 yılında Tokachi-oki'de meydana gelen depremin ardından konuyu incelemiş ve betonarme binaların sismik dayanımlarının tesbiti için birkaç metod önermişlerdir. Aşağıda açıklanan ampirik metodlar binaların istatistiksel ve yapısal analizlerinden elde edilen bilgilerle binalarda deprem sonrasında oluşan hasarları açıklayabilmektedir.

3.1.1. Zemin Kat Düşey Taşıyıcı Elemanların Analizi Metodu

Bu çalışmanın konusu olan yapıya uygulanan ilk metod binaların deprem yükleri altında en çok zorlanan zemin kat kolon ve perdelerinin analizi ile yapının sismik dayanımının belirlenmesidir. Bu analizde, zemin kat üzerinde bulunan tüm kat ağırlıklarının zemin kat kolon ve perde enkesit alanlarına bölünmesi ile bir gerilme bulunur. Elde edilen bu gerilme daha önceki araştırmalar ile belirlenmiş ampirik değerle (σ=12 kg/cm^2) karşılaştırılır. Hesaplanan σ değerinin 12 kg/cm^2'den küçük olması durumunda yapının deprem kuvvetlerine karşı dayanıklı, büyük olması durumunda ise deprem kuvvetlerine karşı hassas olduğu sonucuna varılmaktadır. Yapılan araştırmalarda, deprem kuvvetlerine maruz kalmış ve söz konusu metodla hesaplanan σ değerinin 12 kg/cm^2'ye eşit olduğu bazı binaların hasarsız olduğu gözlemlenmiştir.Burada hesaplarda kullanılan kat ağırlıklarının hesap detayları 3.2.2.1. de verilmektedir.Burada sadece hesaplar sonucunda elde edilen kat ağırlıkları alınmıştır

$$\sigma\ (\mathrm{kg/\ cm2}) = \frac{W_a}{A_{ca} + A_{wa}} \quad \text{.....(1)}$$

A_{ca} **:** Zemin kat betonarme kolonların toplam enkesit alanı.
A_{wa} **:** Zemin kat betonarme perdelerin toplam enkesit alanı.
W_a **:**Zemin kat üzerindeki katların ağırlığı.(hesap detayları 3.2.2.1.'de ayrıntılı olarak verilmiştir)

A_{ca} = 36 x 50 x 50 = 90.000 cm^2
A_{wa} = 0
W_a = 444,500 + 483,900 + (2 x 540,300) = 2,009,000 kg

$$\sigma = \frac{2,009,000}{90,000} = 22.32 \text{ kg/cm}^2 > 12 \text{ kg/cm}^2$$

Mevcut durum için zemin kat düşey taşıyıcı elemanların analizi metodu ile yapılan analizde yapının deprem kuvvetlerine karşı hassas olduğu tespit edilmiştir.

3.1.2. Sismik Dayanım Katsayısı Metodu (Ampirik Esaslı S_{bg} İndeksi)

1968 Tokachi-Oki depremi sonrasında okul binaları için yapılan araştırmaların sonucunda, elastik deprem yüklemesinin sonrasında kayma gerilmelerinin 2 MPa'ı aşması ile, h_0/h_s<3.0 durumu için kayma kırılmasının oluştuğu gözlenmiştir.1978 Miyagiken-Oki depreminden sonra 1982'de Tokyo'da 90 adedi apartman yapısı olmak üzere toplam 362 binada depreme dayanıklılık araştırması yapılmış ve Japonya Mimarlık Enstitüsü AIJ'in ampirik olarak verdiği S_{BG} katsayıları saptanmıştır.1983 yılında Japon araştırmacılar tarafından Kuzey Anadolu Fay hattı üzerinde Bolu yöresinde 8 ve Antalya 'da bulunan 1, toplam 9 yapı için yapılan araştırmalar sonucunda S_{BG} indeksinin 0.25 ~ 0.37 arasında değiştiği ifade edilmiştir.

Bu metod, incelenen katta bulunan düşey taşıyıcı elemanların deprem yüklerine karşı olan dayanımını, kolon ve perde duvarlar için bulunan farklı katsayılar yardımıyla hesaplamaktadır. Kolonlar temiz yüksekliklerinin derinliklerine oranına göre eğilmeye ve kaymaya çalışan elemanlar olarak iki gruba ayrılmakta, dayanım katsayıları farklı şekillerde hesaplanmaktadır. Perdeler ise kolonlara bağlı ve bağlı olmayanlar şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Düşey taşıyıcı elemanların beton sınıfları sismik dayanım katsayısının değerini etkilemektedir. Hesaplanan sismik dayanım katsayıları ile yapıların depreme karşı dayanımları Tablo-3.1'de verildiği gibi değerlendirilmektedir.

Tablo-3.1 :Sismik Dayanım Katsayıları ve Depreme Karşı Dayanım Düzeyleri

$S_{BG} \geq 1$	ÇOK DAYANIKLI
$1 > S_{BG} \geq 0.6$	OLDUKÇA YETERLİ
$0.6 > S_{BG} \geq 0.4$	YETERSİZ
$0.4 > S_{BG}$	DAYANIKSIZ

Bu indisin hesabında deneysel verilerden yararlanılarak zeminin taşıma kapasitesini yitirmesi, sıvılaşma gibi durumlar dışında, betonun dayanımı C20, çekme donatısı oranı %0.6 ve hacimsel enine donatı oranı %0.159 alınarak,

$$S_{BG} = \frac{S_{B1}^2}{S_{B1} + S_{B2} + S_{B3}} + S_{B2} + S_{B3} \quad \text{.....(1)}$$

$$S_{B1} = \frac{\Sigma(A_{c1} x \bar{\tau}_1)}{Ws} \quad , \quad S_{B2} = \frac{\Sigma(A_{c2} x \bar{\tau}_2)}{Ws} \quad \text{.....(2)}$$

$$S_{B3} = \frac{(C_1 \Sigma A_{W1} + C_2 \Sigma A_{W2})}{Ws} \quad \text{.....(3)}$$

şeklinde verilmiştir. Burada A_{W1} ve A_{W2} sırasıyla kolonla birleşik olan ve olmayan perdeleri, A_{c1} ve A_{c2} sırasıyla eğilme davranışı ve kayma davranışı gösteren kolonları ve bunlar için alınacak C_1 ve C_2 katsayıları da C20 için 30 ve 20 değerlerinde olmak kaydıyla tanımlanmıştır. Diğer yandan,

$$\bar{\tau}_1 = \frac{C_{B1}}{R_H} \quad , \quad \bar{\tau}_2 = \frac{C_{B2}}{(0.56 R_H + 0.12)} + 6.31 \quad \text{.....(4)}$$

olmak kaydıyla, C_{B1} ve C_{B2} katsayıları C20 beton kalitesi için sırasıyla 47.17 ve 15.5 olarak verilmiştir.

Tez konusu otel yapısınınn mevcut beton kalitesinin C11 kalitesinde olmasından dolayı yukarıda C20 betonu için verilen C_1,C_2,C_{B1} ve C_{B2} katsayılarının farklı olacağı açıktır.Aşağıda bu metod mevcut yapı için uygulanırken uygulamaya C11 betonu için C_{B1} ve C_{B2} katsayılarının hesabıyla başlanmış ve verilen formuller C11 betonuna uyarlanmıştır.

Yapılan hesaplamalarda;

h_o : Temiz yükseklik.

b : Genişlik

h_s : Derinlik.

W_s : İncelenen katın üzerindeki katların toplam ağırlığı.

A_{c1} : $R_H=h_o/h_s \geq 3.3$ olan kolonların (eğilme modu) enkesit alanlarının toplamı.

A_{c2} : $R_H=h_o/h_s < 3.3$ olan kolonların (kayma modu) enkesit alanlarının toplamı.

A_{w1} : Kolonlara bağlı olan perdelerin enkesit alanları.

A_{w2} : Kolonlara bağlı olmayan perdelerin enkesit alanlarıdır.

C11 Beton Sınıfı İçin C_{B1} ve C_{B2} Katsayılarının Hesaplanması;

$f_{ctk} = 1.1 \times (110 \times 0.85)^{0.5} = 10.6$

$C_{B1} = 10.6 \times 3.3 = 35.1$

$C_{B2} = (10.6 - 6.31) \times (0.56 \times 3.3 + 0.12) = 8.4$

$\overline{\tau}_1 = 35.1 / R_H \quad R_H \geq 3.3$

$\overline{\tau}_2 = (8.4/((0.56 \times R_H) + 0.12)) + 6.31 \quad R_H < 3.3$

$S_{B1} = (\sum A_{c1} \times \overline{\tau}_1) / W_s$

$S_{B2} = (\sum A_{c2} \times \overline{\tau}_2) / W_s$

$S_{B3} = (22 \sum A_{w1} + 15 \sum A_{w2}) / W_s$

X Ve Y Doğrultuları İçin Mevcut Taşıyıcı Eleman Verileri

$S_{B1x} = S_{B1y} = 0.38$

$S_{B2x} = S_{B2y} = 0$

$S_{B3x} = S_{B3y} = 0$

$S_{BGx} = S_{BGy} = S_{B1x} = S_{B1y} = 0.38 < 0.40$

Zemin kat kolonlarının tümünde R_H değeri 3.3'ten büyüktür dolayısıyla kolonlar eğilme modundadır. R_H değeri 3.3'ten küçük kolon olmadığı için her iki ana doğrultuda $S_{B2}=0$'dır. Mevcut binanın zemin katında perde duvar bulunmadığından ötürü x ve y doğrultularında $S_{B3}=0$'dır. Zemin kat için S_{BGX} ve S_{BGY} sismik dayanım katsayıları EK-E1 Tablo-3.2'de görüldüğü gibi 0.38 bulunmuş, bu değer 0.4'ten küçük olduğu için, ilk uygulanan amprik esaslı metod sonucuna uyum gösterir şekilde bu metodla da yapının depreme karşı dayanıksız olduğu sonucuna varılmıştır.

3.2. Mevcut Yapının Analizi

Yapısal çözümleme, SAP2000 Yapı Analizi programı kullanılarak yapılmıştır. SAP2000 programı sonlu elemanlar metoduna göre çözüm yapmaktadır. SAP2000, frame(çubuk), shell(kabuk),asolid ve solid(blok)'tan oluşan dört tip eleman kullanmaktadır. Statik düşey yükleme, düğüm noktalarına yerçekimi yüklemesi; çubuklarda açıklıklara düzgün yayılı ve trapez yükleme, noktasal açıklık yükleme şeklinde olabilir. Dinamik yükleme ise zemin ivmesi spektrumu, zamana bağlı yükler ve zemin ivmesi şeklinde olabilir. SAP2000 programı yapıyı birden fazla yükleme durumu için analiz edebilmektedir.

Taşıyıcı sistem çözümlemesinde aşağıda belirtilen yükleme kombinazonları kullanılmıştır.

1.45(G+Q)

G+Q+Ex5(%5 dışmerkezlik)

G+Q+Ey5(%5 dışmerkezlik)

G+Q-Ex5(%5 dışmerkezlik)

G+Q-Ey5(%5 dışmerkezlik)

Yapısal çözümlemelerden sonra elemanların her iki ana doğrultuda eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri açısından tahkikleri yapılmış, oluşan eksenel kuvvetlerin izin verilen sınırların altında olup olmadığı kontrol edilmiştir. Katlar arası göreli yer değiştirmeler yönetmelikte verilen sınırlarla karşılaştırılmıştır. Yapılan moment ve kesme kuvveti kapasite hesaplarında, herhangi bir eleman için belirlenen kapasitenin, söz konusu elemanda oluşan iç kuvvetlerin 0,95 katı ve daha üstünde olması durumunda kesitin yeterli, aksi durumda yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Tahkiklerde beton ve donatı çeliği için TS500 Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları Yönetmeliği tarafından öngörüldüğü şekilde malzeme emniyet katsayıları gözönüne alınmıştır. Tahkiklerde karakteristik beton basınç dayanımı f_{ck}=11,1 MPa donatı çeliği karakteristik akma dayanımı f_{yk}=220 MPa, beton örtüsünün kesit yüksekliğine oranı (emniyetli tarafta kalmak üzere) 0.1 olarak gözönüne alınmıştır. Kesme kuvveti için yapılan tahkiklerde betonun ve etriyelerin kesme kuvveti kapasitesine katkıları gözönüne alınmıştır. Bu hesaplar sırasında beton hesap çekme dayanımı f_{ctd}=0,7 MPa, enine donatı hesap akma dayanımı f_{ywd}=191 MPa olarak hesaba katılmıştır.

X ve y doğrultularında elde edilen en elverişsiz iç kuvvet bileşenlerine göre, gerekli tüm düşey taşıyıcı elemanlarda yapılan tahkikler tablolarla özetlenmiştir. Bu tablolarda b ve h kesit boyutları, f_{ck} ve f_{yk} beton karakteristik basınç ve donatı karakteristik akma dayanımları, As incelenen doğrultuda çalışan donatı alanı, Nd, Md ve Vd en elverişsiz yükleme durumu için belirlenen kesit tesirleri, Nmax elemana etkiyen en yüksek eksenel kuvvet, Øh, s ve f_{ywd}, sırasıyla enine donatı çapı, aralığı ve hesap akma dayanımını, n etriye kol sayısını, f_{ctd} beton hesap çekme dayanımını göstermektedir.

Yapısal çözümlemelerde bodrum katın dört tarafı betonarme perdelerle çevrili olduğu için bu kat gözönüne alınmamış, zemin kat tabanında elemanların ankastre bağlı olduğu kabulü yapılmıştır. Ancak güçlendirme projelerinde bodrum katın güvenliği de dikkate alınmıştır.

Yapının mevcut deprem güvenliği, 1997 Deprem Yönetmeliğinin öngördüğü deprem güvenlik düzeyi esas alınarak incelenmiştir. 1997 Deprem Yönetmeliğine göre, yapıların deprem kuvvetlerine göre analizinde hesaplarda kullanılacak etkin yer ivmesi katsayısı, yapının inşa edildiği yerin kaçıncı dereceden deprem bölgesi olduğuna bağlıdır. Bahse konu otel binası birinci dereceden deprem bölgesi olan Fenerbahçe'de inşa edildiğinden etkin yer ivmesi katsayısı A_0=0.40'tır. Yapının otel amaçlı kullanılması nedeniyle bina önem katsayısı I=1 ve statik hesaplarda hareketli yük katılım katsayısı 0.3 alınmıştır. Yapının gerçekteki yatay rijit döşeme diyafram sistemi SAP2000'de aynı kattaki tüm düğüm noktalarının yatay diyafram olarak tanımlanması şeklinde modellenmiş, böylece bir kat diyaframındaki tüm noktaların birbirlerine rölatif yer değiştirmesi engellenmiştir. Deprem yükleri, %5 dışmerkezlikten doğan düşey doğrultudaki burulma momentleri ve zemin ivmeleri her katın yatay düzlemde merkezine teşkil edilen kat diyaframına dahil edilmiş olan düğüm noktalarına yüklenmiştir. Dinamik analizler kat kütlelerinden hesaplanan zemin ivmelerinin SAP2000 programına girilmesi ve programın yapıya ait doğal periyotları hesaplamasıyla yapılmıştır.

Yapılan incelemelerde yerel zemin sınıfı Z1 olarak tespit edilmiştir. Bu zemin durumunda spektrum karakteristik periyotları, T_a ve T_b, sırası ile 0.10 ve 0.30 s. olarak belirlenmiştir. Zemin incelemelerine göre, zemin emniyet gerilmesi 2.0 kg/cm^2'dir.

3.2.1. Taşıyıcı Sistem Elemanlarına Düşey Yük Aktarımı

3.2.1.1. Yük Analizi

Hareketli Yükler:

Kullanım alanlarına göre düzenlenen hareketli yük değerleri Tablo-3.3'de verilmiştir.

Tablo-3.3 :Hareketli Yük Değerleri

HAREKETLİ YÜKLER	
ZEMİN, 1 VE 2 NCİ KAT ODALARINDA	2 kN/m^2
ZEMİN, 1 VE 2 NCİ KAT KORİDORLARDA	5 kN/m^2
3 NCÜ KAT	5 kN/m^2
ÇATI KATI	2 kN/m^2
BALKONLARDA	3.5 kN/m^2

Sabit Ve Hareketli Yükler:

a) Zemin, 1 ve 2 nci Katlar:

Odalarda Birim Boydaki Bir Dişin Ağırlığı

Dolgu birim hacim ağırlığı	=10 kN/m^3
Şap + sıva kalınlığı	=4 cm
Seramik kalınlığı	=2 cm
Hareketli yük	=2 kN/m^2

Döşeme kendi ağırlığı	0.07x0.47x25+0.23x0.07x25	= 1.2 kN/m
Dolgu ağırlığı	0.23x0.4x10	= 0.9 kN/m
Şap + sıva ağırlığı	0.04x0.47x20	= 0.4 kN/m
Kaplama ağırlığı (seramik)	0.47x0.44	=0.2 kN/m
Hareketli yük	0.47x2	= 1 kN/m
	g+q	3.7 kN/m

Koridorda Bir Dişin Ağırlığı

Döşeme kendi ağırlığı	0.07x0.47x25+0.23x0.07x25	= 1.2 kN/m
Dolgu ağırlığı	0.23x0.4x10	= 0.9 kN/m
Şap + sıva ağırlığı	0.04x0.47x20	= 0.4 kN/m

Kaplama ağırlığı (seramik)	0.47x0.44		= 0.2 kN/m
Hareketli Yük	0.47x5		= 2.4 kN/m
		g+q	5.1 kN/m

Balkonda Bir Dişin Ağırlığı

Döşeme kendi ağırlığı	0.07x0.47x25+0.23x0.07x25		= 1.2 kN/m
Dolgu ağırlığı	0.23x0.4x10		= 0.9 kN/m
Şap + sıva ağırlığı	0.04x0.47x20		= 0.4 kN/m
Kaplama ağırlığı (seramik)	0.47x0.44		= 0.2 kN/m
Hareketli Yük	0.47x3.5		= 1.7 kN/m
		g+q	4.3 kN/m

b) 3 üncü Kat:

Döşeme kendi ağırlığı	0.07x0.47x25+0.23x0.07x25		= 1.2 kN/m
Dolgu ağırlığı	0.23x0.4x10		= 0.9 kN/m
Şap + sıva ağırlığı	0.04x0.47x20		= 0.4 kN/m
Hareketli yük	0.47x5		= 2.4 kN/m
		g+q	4.9 kN/m

c) Çatı Katı:

Döşeme kendi ağırlığı	0.07x0.47x25+0.23x0.07x25		= 1.2 kN/m
Dolgu ağırlığı	0.23x0.4x10		= 0.9 kN/m
Şap + sıva ağırlığı	0.04x0.47x20		= 0.4 kN/m
Ahşap oturtma çatı + çatı kaplaması + yalıtım	0.47x0.64		= 0.3 kN/m
Hareketli yük	0.47x2		= 1 kN/m
		g+q	3.7 kN/m

3.2.1.2. Kirişlere Düşey Yük Aktarımı

Yapıda dişli döşeme sistemi mevcut olduğundan dolayı, döşeme yükleri tek doğrultuda, mevcut kirişler tarafından aktarılmaktadır. Bu dişlere paralel olarak teşkil edilmiş kirişler döşemeden gelen herhangi bir yük taşımamaktadırlar, ancak güvenli tarafta kalmak üzere tabliyesiz kirişlere bir, tabliyeli kirişlere ise iki dişin sabit ve hareketli yükleri aktarılmıştır.Hesaplarda kullanılan kiriş numaraları ekte verilen röleve planlarındaki kiriş numaralarıdır.

a) Zemin ve 1 nci Kat:

K101,K102,K103,K104,K105,K106,K107,K108,K141,K142,K143,K144,K145,K146,K147,K148,KZ01,KZ02,KZ03,KZ04,KZ05,KZ06,KZ07,KZ08,KZ41,KZ42,KZ43,KZ44,KZ45,KZ46,KZ47,KZ48 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	19.6 kN (4.3x1.3/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	8.3 kN (0.15x0.6x3.7x25)	
Duvar ağırlığı	8.3 kN (0.25x0.9x3.7x10)	
	36.3 kN	9.8 kN/m

K109,K110,K111,K112,K113,K114,K115,K116,K133,K134,K135,K136,K137,K138,K139,K140,KZ09,KZ10,KZ11,KZ12,KZ13,KZ14,KZ15,KZ16,KZ33,KZ34,KZ35,KZ36,KZ37,KZ38,KZ39,KZ40 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	94.7 kN (4.3x1.3/2x7+3.7x5.8/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	26.4 kN (0.95x0.3x3.7x25)	
Duvar ağırlığı	19 kN (0.42x2.45x3.7x10/2)	
	140 kN	37.9 kN/m

K117,K118,K119,K120,K121,K122,K123,K124,K125,K126,K127,K128,K129,K130,K131,K132,KZ17,KZ18,KZ19,KZ20,KZ21,KZ22,KZ23,KZ24,KZ25,KZ26,KZ27,KZ28,KZ29,KZ30,KZ31,KZ32 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	111.7 kN (3.7x5.8/2x7+0.5x20.5/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	13 kN (0.2x0.7x3.7x25)	
Duvar ağırlığı	19 kN (0.25x2.05x3.7x10)	
	144 kN	38.8 kN/m

K150,K152,K190,K192,KZ50,KZ52,KZ90,KZ92 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	3.7 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	4.4 kN/m (0.25x0.7x25)
Duvar ağırlığı	4.3 kN/m (0.42x2.05x10/2)
	12.4 kN/m

K151,K191,KZ51,KZ91 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	5.1 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m (0.45x0.3x25)
Duvar ağırlığı	5.1 kN/m (0.42x2.45x10/2)
	13.6 kN/m

K155,K157,K160,K162,K165,K167,K170,K172,K175,K177,K180,K182,K185,K187,KZ55,KZ57,KZ60,KZ62,KZ65,KZ67,KZ70,KZ72,KZ75,KZ77,KZ80,KZ82KZ85,KZ87 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	7.4 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	4.4 kN/m
Duvar ağırlığı	5.1 kN/m (0.25x2.05x10)
	16.9 kN/m

K156,K161,K166,K171,K176,K181,K186,KZ56,KZ61,KZ66,KZ71,KZ76,KZ81,KZ86 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	10.2 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m
	13.6 kN/m

K149,K153,K189,K193,KZ49,KZ53,KZ89,KZ93 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	4.3 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m
Duvar ağırlığı	10.3 kN/m (0.42x2.45x10)
	18 kN/m

K154,K158,K159,K163,K164,K168,K169,K173,K174,K178,K179,K183,K184,K188,KZ54,KZ58,KZ59,KZ63,KZ64,KZ68,KZ69,KZ73,KZ74,KZ78,KZ79,KZ83KZ84,KZ88 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	8.6 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m
Duvar ağırlığı	6.1 kN/m (0.25x2.45x10)
	18.1 kN/m

b) 2 nci Kat

K201,K202,K203,K204,K205,K206,K207,K208,K241,K242,K243,K244,K245,K246,K247,K248 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	19.6 kN (4.3x1.3/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	8.3 kN (0.15x0.6x3.7x25)	
Duvar ağırlığı	8.3 kN (0.25x0.9x3.7x10)	
	36.3 kN	9.8 kN/m

K209,K210,K211,K212,K213,K214,K215,K216,K233,K234,K235,K236,K237,K238,K239,K240 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	94.7 kN (4.3x1.3/2x7+3.7x5.8/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	26.4 kN (0.95x0.3x3.7x25)	
Duvar ağırlığı	21 kN (0.42x2.7x3.7x10/2)	
	142.1 kN	38.4 kN/m

K217,K218,K219,K220,K221,K222,K223,K224,K225,K226,K227,K228,K229,K230,K231,K232 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	111.7 kN (3.7x5.8/2x7+5x2.05/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	13 kN (0.2x0.7x3.7x25)	
Duvar ağırlığı	2.13 kN (0.25x2.3x3.7x10)	
	146 kN	39.5 kN/m

K250,K252,K290,K292 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	3.7 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	4.4 kN/m (0.25x0.7x25)
Duvar ağırlığı	4.8 kN/m (0.42x2.3x10/2)
	12.9 kN/m

K251,K291 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	5.1 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m (0.45x0.3x25)
Duvar ağırlığı	5.7 kN/m (0.42x2.7x10/2)
	14.2 kN/m

K255,K257,K260,K262,K265,K267,K270,K272,K275,K277,K280,K282,K285,K287 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	7.4 kN/m

Kiriş kendi ağırlığı	4.4 kN/m
Duvar ağırlığı	5.8 kN/m (0.25x2.3x1x10)
	17.6 kN/m

K256,K261,K266,K271,K276,K281,K286 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	10.2 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m
	13.6 kN/m

K249,K253,K289,K293 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	4.3 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m
Duvar ağırlığı	11.3 kN/m (0.42x2.7x1x10)
	19 kN/m

K254,K258,K259,K263,K264,K268,K269,K273,K274,K278,K279,K283,K284,K288 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	8.6 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m
Duvar ağırlığı	6.8 kN/m (0.25x2.7x1x10)
	18.8 kN/m

c) 3 ncü Kat

K301,K302,K303,K304,K305,K306,K307,K308,K341,K342,K343,K344,K345,K346,K347,K348 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	22.3 kN (4.9x1.3/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	8.3 kN (0.15x0.6x3.7x25)	
Duvar ağırlığı	17.9 kN (0.42x2.3x3.7x10/2)	
	48.5 kN	13.1 kN/m

K309,K310,K311,K312,K313,K314,K315,K316,K333,K334,K335,K336,K337,K338,K339,K340 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	121.8 kN (4.9x1.3/2x7+4.9x5.8/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	26.4 kN (0.95x0.3x3.7x25)	
	148.2 kN	40 kN/m

K317,K318,K319,K320,K321,K322,K323,K324,K325,K326,K327,K328,K329,K330,K331,K332 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	134.6 kN (4.9x5.8/2x7+4.9x2.05/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	13 kN (0.2x0.7x3.7x25)	
	147.6 kN	40 kN/m

K349,K351,K353,K389,K391,K393 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	4.9 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m (0.45x0.3x25)
Duvar ağırlığı	5.5 kN/m (0.42x2.6x10/2)
	13.8 kN/m

K354,K358,K359,K363,K364,K368,K369,K373,K374,K378,K379,K383,K384,K388 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	9.8 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m (0.45x0.3x25)
	13.2 kN/m

K350,K352,K390,K392 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	4.9 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	4.4 kN/m (0.25x0.7x25)
Duvar ağırlığı	4.6 kN/m (0.42x2.2x10/2)
	13.9 kN/m

K356,K361,K366,K371,K376,K381,K386 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	9.8 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m
	13.2 kN/m

K355,K357,K360,K362,K365,K367,K370,K372,K375,K377,K380,K382,K385,K387 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	9.8 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	4.4 kN/m (0.25x0.7x25)
	14.2 kN/m

d) Çatı Katı

K401,K402,K403,K404,K405,K406,K407,K408,K435,K436,K437,K438,K439,K440,K441,K442 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	16.8 kN (3.7x1.3/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	8.3 kN (0.15x0.6x3.7x25)	
	25.1 kN	6.8 kN/m

K409,K410,K411,K412,K413,K414,K415,K416,K427,K428,K429,K430,K431,K432,K433,K434 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	82.9 kN (3.7x1.3/2x7+3.7x5.1/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	26.4 kN (0.95x0.3x3.7x25)	
	109.3 kN	29.5 kN/m

K417,K421,K422,K426 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	92.6 kN (3.7x5.1/2x7+3.7x2.05/2x7)	
Kiriş kendi ağırlığı	26.4 kN	
	119 kN	32 kN/m

K418,K419,K420,K423,K424,K425 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	185 kN (3.7x5.1/2x14+3.7x2.05/2x14)	
Kiriş kendi ağırlığı	52.8 kN (0.95x0.3x7.4x25)	
	237.8 kN	32 kN/m

K443,K445,K447,K474,K476,K478 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	3.7 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m (0.45x0.3x25)
	7.1 kN/m

K444,K446,K475,K477 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	3.7 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	4.4 kN/m (0.25x0.7x25)
	8.1 kN/m

K448,K449,K450,K451,K452,K453,K454,K455,K456,K457,K458,K459,K460,K461,K462,K463,K464,K465,K466,K467,K468,K469,K470,K471,K472,K473 Kirişlerinde

Döşemeden gelen yük	7.4 kN/m
Kiriş kendi ağırlığı	3.4 kN/m (0.45x0.3x25)
	10.8 kN/m

3.2.2. Mevcut Yapının Yatay Yükleme Durumu

3.2.2.1. Yapı Ağırlığı Ve Kat Kütlelerinin Hesabı

Çatı Katı Ağırlığı

Betonarme Döşeme	30.5x18.50x0.07x25	=988 kN
Diş Ağırlığı	0.07x0.23x25x(16x7x1.3+16x7x5.1+8x7x2.05)	=335 kN
Dolgu Ağırlığı	0.4x0.23x10x(16x8x1.3+16x8x5.1+8x8x2.05)	=875 kN
Kirişler	0.45x0.23x25x(1.65x18+2.05x6+5.1x8)+	
	0.95x0.23x25x(3.75x32)+0.15x0.53x2.5x(3.75x16)+	
	0.25x0.63x25x5.1x4	=1062 kN
Kolonlar	30x0.4x0.4x1.45x25	=174 kN
Duvarlar	0.42x0.85x(2x30.5+2x15.35)x10/2	=164 kN
Çatı	0.65x30.5x18.50	=367 kN
Sıva + Kaplama	0.85x30.5x18.50	=480 kN
	G	=4445 kN
	Q = 2x30.5x18.50	=1130 kN

G+nQ=4445+(0.30x1130)=4784 kN

m=488 kNs^2/m

3 ncü Kat Ağırlığı

Betonarme Döşeme	30.5x18.50x0.07x25	=988 kN
Diş Ağırlığı	0.07x0.23x25x(16x7x1.3+16x7x5.1+8x7x2.05)	=335 kN
Dolgu Ağırlığı	0.4x0.23x10x(16x8x1.3+16x8x5.1+8x8x2.05)	=875 kN
Kirişler	0.45x0.23x25x(1.65x18+2.05x9)+	
	0.95x0.23x25x(3.75x16)+0.15x0.53x2.5x(3.75x16)+	
	0.25x0.63x25x5.1x18+0.2x0.63x2.5x3.75x16	=944 kN
Kolonlar	36x0.5x0.5x2.95x25	=664 kN
Duvarlar	16x1.45/0.85+0.42x1.2x(2x30.5+2x18.50)x10/2+ 0.25x8x(3.7x16+5.65x14)	=553 kN
Sıva + Kaplama	0.85x30.5x18.50	=480 kN
	G	=4839 kN
	Q = 5x30.5x18.50	=2822 kN

G+nQ=4839+(0.30x2822)=5686 kN

m=580 kNs^2/m

Zemin, 1 ve 2 nci Kat Ağırlıkları

Betonarme Döşeme	30.5x18.50x0.07x25	=988 kN

Diş Ağırlığı	0.07x0.23x25x(16x7x1.3+16x7x5.1+8x7x2.05)	=335 kN
Dolgu Ağırlığı	0.4x0.23x10x(16x8x1.3+16x8x5.1+8x8x2.05)	=875 kN
Kirişler	0.45x0.23x25x(1.65x18+2.05x9)+	
	0.95x0.23x25x(3.75x16)+0.15x0.53x2.5x(3.75x16)+	
	0.25x0.63x25x5.1x18+0.2x0.63x2.5x3.75x16	=944 kN
Kolonlar	36x0.5x0.5x2.9x25	=653 kN
Duvarlar	53x2.8x10/1.5	=990 kN
Parapet Duvar	0.25x0.9x20x30.5	=138 kN
Sıva + Kaplama	0.85x30.5x18.50	=480 kN
	G	=5403 kN
	Q = 2x30.5x6.65x2+3.5x30.5x1.65x2+5x30.5x2.05	=1477 kN

G+nQ=5403+(0.30x1477)=5846 kN

m=596 kNs^2/m

3.2.2.2. Yatay Deprem Yüklerinin Hesabı

Deprem yükü hesabı için gerekli yapıya ve zemine ait karakteristik değerler Tablo 3.4'de tablolanmıştır.

Tablo-3.4 :Deprem Yükü Hesabı İçin Gerekli Yapı ve Zemin Karakteristik Değerleri

Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_o)	0.4
Bina Önem Katsayısı (I)	1
Yerel Zemin Sınıfı	Z1
Spektrum Karakteristik Periyotları	T_A=0.1 sn T_B=0.3 sn
Bina Ağırlığı (W)	28008 kN
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	4

Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

$V_t=WxA(T_1)/R_a(T_1)$

SAP2000 programının hesapladığı yapı doğal periyotları

T_{1x}=0.52 sn

T_{1y}=0.54 sn,

1997 Deprem Yönetmeliğine Göre Spektrum Katsayı Hesabı

$S(T)=1+(1.5xT/T_A)$ $(0\leq T\leq T_A)$

$S(T)=2.5$ $(T_A<T\leq T_B)$

$S(T)=2.5x(T_B/T)^{0.8}$ $(T>T_B)$

X YÖNÜNDE YAPIYA ETKİYEN DEPREM KUVVETİ HESABI

Spektrum Katsayısı;

$S(T)_x$=1.61

Spektral İvme Katsayısı;

$A(T)= A_o$xIx $S(T)_x$

A(T)=0.4x1x1.61=0.644

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı;

T_{1x}=0.52 sn > T_A=0.1 sn => $R_a(T)$=R=4

X Yönünde Yapıya Etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

V_x=W x $A(T_x)$ / $R_a(T_x)$

V_x= 28008x0.644/4 = 4510 kN

Y Yönünde Yapıya Etkiyen Deprem Kuvveti Hesabı

Spektrum Katsayısı;

$S(T)_y$=1.56

Spektral İvme Katsayısı;

$A(T)= A_o$xIx $S(T)_y$

A(T)=0.4x1x1.56=0.624

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı;

T_{1y}=0.54 sn > T_A=0.1 sn => $R_a(T)$=R=4

Y Yönünde Yapıya Etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

V_y=WxA(T_y)/$R_a(T_y)$

V_y= 28008x0.624/4 = 4377 kN

Hesaplanan deprem kuvvetlerinin eşdeğer deprem yükü hesabına göre katlara dağılımı Tablo-3.5' de verilmiştir.Tablo-3.6' da ise %5 dışmerkezlikle bulunan burulma momentleri hesap sonuçları tablolanmıştır.

Tablo-3.5 :Deprem Kuvvetlerinin Katlara Dağıtılması

KAT	w_i (kN)	h_i (m)	w_ih_i (kNm)	$w_ih_i/\sum w_ih_i$	$F_i(x)$ (kN)	$V_i(x)$ (kN)	$F_i(y)$ (kN)	$V_i(y)$ (kN)
ÇATI	4784	14.15	67694	0.30	1363	1363	1313	1313
3	5686	11.25	63968	0.28	1263	2626	1226	2539
2	5846	8.25	48230	0.21	947	3573	919	3458
1	5846	5.50	32153	0.14	632	4205	613	4071
ZEMİN	5846	2.75	16077	0.07	316	4521	306	4377
TOPLAM	28008		228122	1.00	4521		4377	

Tablo-3.6 :%5 Dışmerkezlikle Bulunan Burulma Momentleri

KAT	$F_i(x)$ (kN)	$F_i(y)$ (kN)	$M_b(x)$ (kNm)	$M_b(y)$ (kNm)
ÇATI	1363	1313	1022	1970
3	1263	1226	947	1839
2	947	919	710	1379
1	632	613	474	920
ZEMİN	316	306	237	459

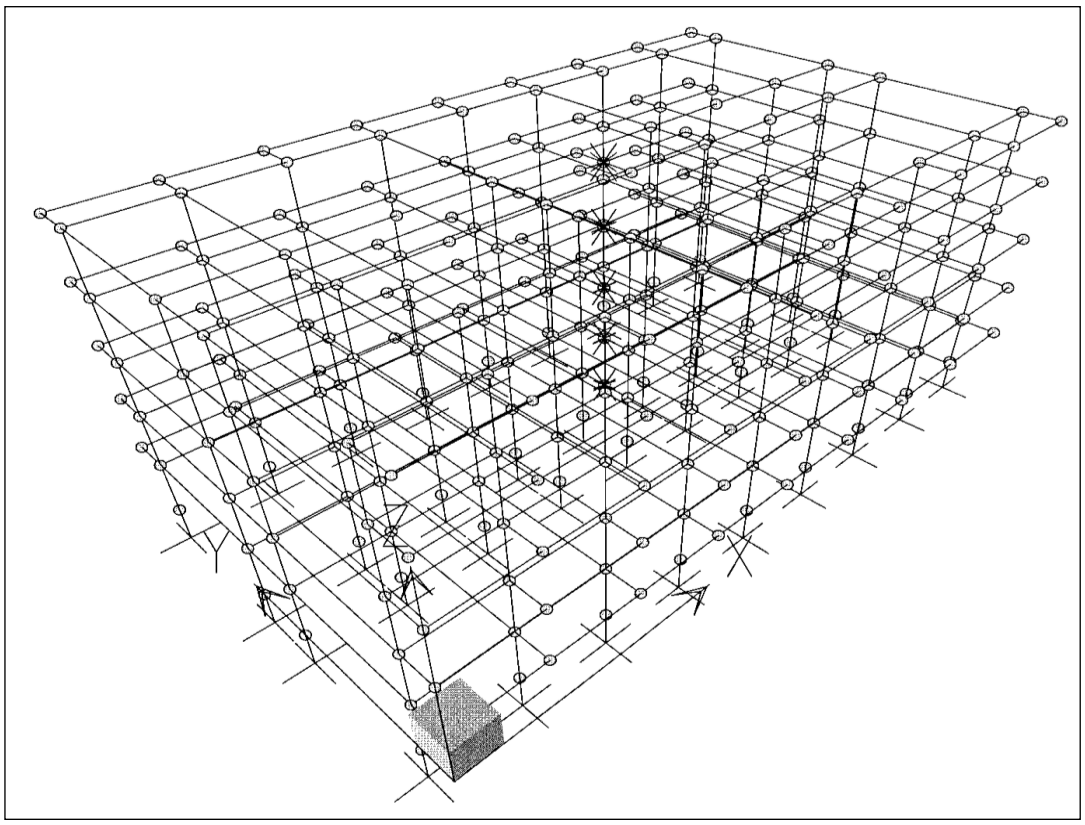
3.2.3. Yapısal Çözümleme Ve Kesit Kapasite Tahkikleri

3.2.3.1. Yapısal Çözümleme Konusunda Bilgi

Mevcut yapı kesit iç kuvvetlerinin hesaplanabilmesi için ilk olarak taşıyıcı sistem SAP2000 programında modellenmiştir. Mevcut yapının taşıyıcı sistemi çerçeve elemanlarından oluşmaktadır ve modellemede kolon ve kirişler çerçeve eleman olarak sisteme girilmiştir. Zemin kata ait taşıyıcı sistem plan görünüşleri Şekil.2.1 ve sistemin SAP2000 de oluşturulan üç boyutlu mekanik modeli aşağıda Şekil-3.2.'de verilmiştir.

Taşıyıcı sistemde bulunan kolon ve kiriş enkesitleri çerçeve elemanları olarak tanıtılmış ve modelde ait oldukları elemanlara atanmıştır. Mevcut yapıdaki kolon ve kiriş enkesitleri ve boyutları EK-E2 Tablo-3.7'de sunulmuştur. Hesaplanan sabit ve hareketli düşey yükler tanımlanmış kirişlere atanmıştır.Yapının yatay rijit döşeme özelliğinin modellenebilmesi için aynı katta bulunan yatay düzlemdeki düğüm noktalarının tümü bir diyafram oluşturacak şekilde modellenmiş böylece yatay düzlemde düğüm noktalarının farklı yer değiştirmeleri engellenmiştir. Her katta, diyafram düzleminin her iki doğrultusunun orta noktasında bir ana bağımlılık noktası teşkil edilmiş, katlara etkiyen yatay kat kütleleri bu noktalardan yüklenmiştir.

Yapının mevcut durumuna ait bina doğal periyotları ilk üç mod için SAP2000 tarafından hesaplanmıştır. Bina doğal periyotları kullanılarak her iki yöndeki spektrum katsayıları hesaplanmış, buna göre her iki yönde binaya etkiyen toplam deprem kuvvetleri bulunmuştur. Toplam deprem kuvvetleri kat ağırlıklarına ve katların zemin tabanından yüksekliğine orantılı olarak katlara dağıtılmış, hesaplanan bu kuvvetler her kat diyaframında bulunan ana bağımlılık noktalarına yüklenmiştir. %5 dışmerkezlikli yük kombinasyonunun oluşturulabilmesi için her kata etkiyen deprem kuvvetleri etkidikleri doğrultuya dik doğrultudaki kat açıklığının %5'i ile çarpılarak düşey düzlemde oluşturdukları burulma momentleri hesaplanmıştır. 3.2.'de belirtilen beş yük kombinasyonu programa girildikten sonra program çalıştırılmış ve elemanlara ait kesit tesirleri elde edilmiştir.Mevcut yapı için elde edilen kesit tesirleri ekli CD'de sunulmuştur.

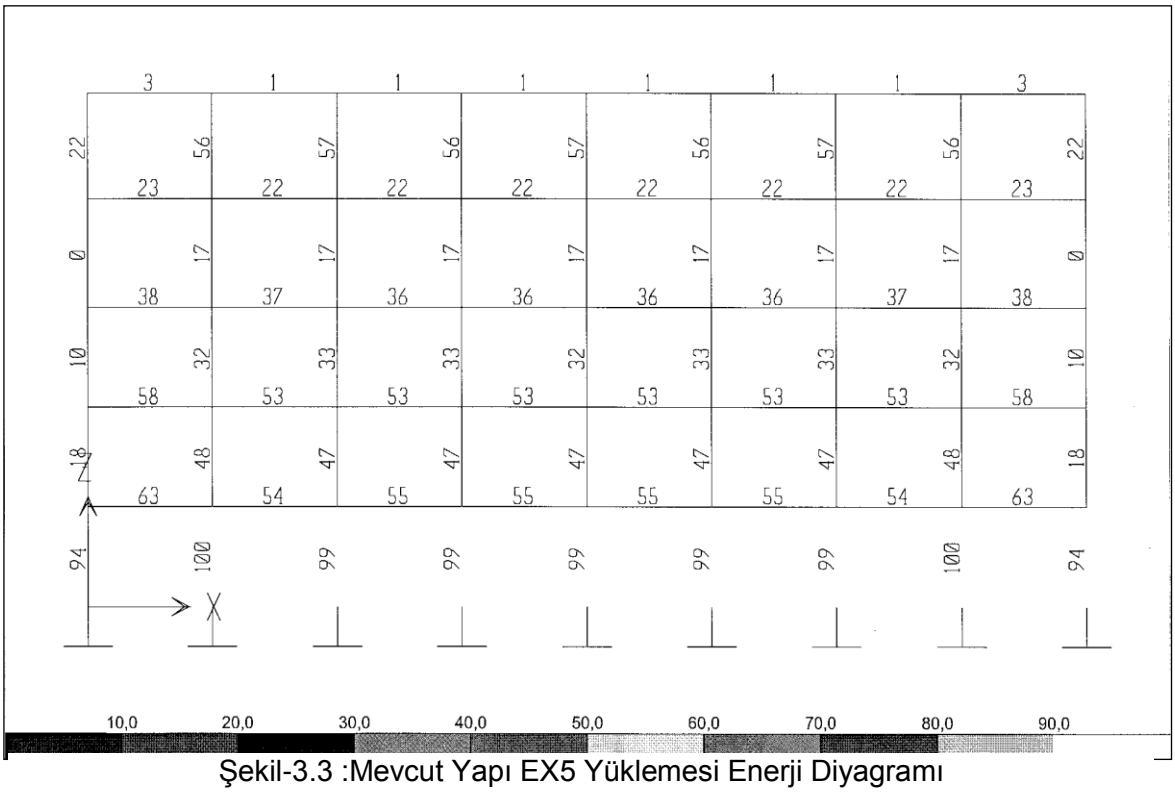


Şekil-3.2 :Mevcut Yapı Üç Boyutlu Mekanik Modeli

3.2.3.2. Mevcut Yapı Kesit Kapasite Tahkikleri

Mevcut yapı taşıyıcı elemanlarından zemin kat kolonlarının düşey ve yatay yükler altında, diğer kat kolonlarından çok daha fazla zorlandığı Şekil-3.3'de sunulan enerji diyagramında açıkça görülmektedir. Buna dayanarak, yapının düşey ve yatay yüklere karşı dayanım tahkikleri x ve y doğrultularında zemin kat kolonları için

yapılacaktır. Yatay yükler altında bulunan zemin kat kolonlarının eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri, düşey yükler altında bulunan eksenel yükler SAP2000 programı ile çözülüp, kesitlerde oluşan maksimum kuvvet ve momentler, aşağıda hesaplanan kesit kapasiteleri ile karşılaştırılmıştır. Kesit kapasite hesapları bilgisayarda Fortran programı kullanılarak yapılmıştır. Kapasite tahkikleri için kullanılan Fortran programının eğilme momenti,kesme kuvveti,eksenel kuvvet tahkikleri akış diyagramı tezin sonundaki EK-A'da verilmiştir. Kesit kapasite hesapları için mevcut yapının zemin kat kolonlarına ait b ve h kesit boyutları, fck ve fyk beton karakteristik basınç ve donatı karakteristik akma dayanımları, As incelenen doğrultuda çalışan donatı alanı, Nd,Md ve Vd en elverişsiz yükleme durumu için belirlenen kesit tesirleri, Nmax elemana etkiyen en yüksek eksenel kuvvet, $Ø_h$, s ve fywd, sırasıyla enine donatı çap, aralık ve hesap akma dayanımını, n etriye kol sayısını, fctd beton hesap çekme dayanımı verileri kullanılmıştır ve bu veriler . EK-E3 Tablo-3.8 ve EK-E4 Tablo-3.9'da verilmiştir.



Şekil-3.3 :Mevcut Yapı EX5 Yüklemesi Enerji Diyagramı

3.2.3.3. Eğilme Momenti Tahkiki

Yapılan eğilme momenti tahkiklerinde zemin kat kolon kesitlerinin x ve y doğrultularındaki deprem kuvvetlerine karşı dayanıksız olduğu gözlenmiştir. X doğrultusunda deprem, sabit ve hareketli yüklerin etki ettirildiği yükleme durumunda zemin kat kolon kesitlerinde oluşan maksimum moment değerleri kolon kesitinin

taşıyabileceği moment değerlerinden oldukça yüksek olduğu hesaplanmıştır. Zemin kat kolonlarının tümü, yapıya x doğrultusunda etkiyen deprem yüklerine karşı yetersizdir. Aynı yüklemenin y doğrultusunda zemin kat kolonlarında oluşturduğu moment değerlerinin mevcut kolonların %94'ünde kolonun taşıyabileceği maksimum moment değerlerinden daha büyük olduğu hesaplanmıştır. Sonuç olarak, mevcut yapı kolonları yatay yüklerden dolayı oluşan eğilme momentlerine karşı yetersiz kalmaktadır. Zemin kat kolonlarının her iki doğrultuda etkiyen deprem yüklerine göre eğilme momenti tahkikleri . EK-E5 Tablo-3.10 ve EK-E6 Tablo-3.11'de özetlenmiştir.

3.2.3.4. Kesme Kuvveti Tahkiki

Zemin kat kolonlarının %42'si yapıya x doğrultusunda etkiyen kesme kuvvetleri bakımından yetersizdir. Kolonların y doğrultusundaki deprem, sabit ve hareketli yükler altında oluşan kesme kuvvetlerine karşı yeterliliği ise toplam kolon sayısının %69'udur. Her iki doğrultuda da kesme kuvvetlerine karşı yeterli olan kolonların birçoğunda hesap kesme kuvvetleri kesitin taşıyabileceği kesme kuvveti değerlerinden düşük ancak yakın değerlerdir. Dolayısıyla mevcut kolonların her iki yönde oluşan kesme kuvvetleri açısından yetersiz olduğu sonucuna varılmaktadır.Kesme kuvveti tahkiklerine ait sonuçlar EK-E7 Tablo-3.12 ve EK-E8 Tablo-3.13'de verilmiştir.

3.2.3.5. Eksenel Kuvvet Tahkiki

Fortran programı ile hesaplanan, zemin kat kolonlarına etkiyen eksenel kuvvet tahkikinde, kolonların %44'ünün kesit dayanım mukavemetinden daha fazla yüke maruz kaldığı, dolayısıyla yetersiz olduğu anlaşılmıştır. Mevcut yapının yapılan bu çalışma sonucunda depreme karşı dayanıklı bir taşıyıcı sisteme sahip olması durumunda bile mevcut yetersiz kolonların güçlendirme ile eksenel kuvvetlere karşı dayanımının arttırılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.Mevcut yapı eksenel kuvvet tahkikleri EK-E9 Tablo-3.14'de verilmiştir.

3.2.3.6. Göreli Kat Ötelemeleri Ve Tahkiki

Mevcut yapının taşıyıcı sistemi SAP2000 programına girilirken, kat döşemelerinin diyafram etkisini sisteme ilave etmek için her katta bulunan düğüm noktalarının tümü yatay düzlemde birbirlerine bağlanmış, tüm yatay yükler ve kat kütleleri bu diyaframlara dahil edilen ve katın yataydaki ağırlık merkezinde bulunan düğüm noktalarına yüklenmiştir. Diyafram sayesinde yatay deprem yükleri altında herhangi bir kattaki düğüm noktalarının birbirlerine relatif yerdeğiştirmeleri engellenmiştir.

Katların yerdeğiştirmeleri SAP2000 programı tarafından hesaplanmış, katların göreli ötelemelerinin ise 1997 Deprem Yönetmeliğine göre tahkiki yapılmıştır. Aşağıdaki Tablo-3.15 ve 3.16'da görüleceği üzere katların göreli ötelemeleri her iki doğrultu ve her iki limit durumu için uygundur.

Tablo-3.15' te her kat için X doğrultusunda göreli kat ötelemeleri özetlenmiş, Tablo-3.16' da ise yine aynı katlar için Y doğrultusunda göreli kat ötelemeleri özetlenmiştir.

Tablo-3.15 :II.Alternatif Sistem X Doğrultusu Perde Eğilme Momenti Kapasite Tahkikleri

Eğilme Momenti Tahkikleri (X DOĞRULTUSU)							
(Not :Beton ve donatı dayanımları hesap değerleridir.)							
Eleman No	b (cm)	h (cm)	As (cm^2)	Nd (kN)	Md (kNm)	Mr (kNm)	Kesit
1	25	370	80	2390	5970	7265	YETERLİ
5	25	370	80	2390	5970	7265	YETERLİ
10	25	370	80	1950	5770	6735	YETERLİ
14	25	370	80	1950	5770	6735	YETERLİ
15	25	370	80	2010	5740	6811	YETERLİ
19	25	370	80	2010	5740	6811	YETERLİ
24	25	370	80	2310	5770	7174	YETERLİ
28	25	370	80	2310	5770	7174	YETERLİ

Tablo-3.16 :II.Alternatif Sistem Y Doğrultusu Perde Eğilme Momenti Kapasite Tahkikleri

Eğilme Momenti Tahkikleri (Y DOĞRULTUSU)							
(Not :Beton ve donatı dayanımları hesap değerleridir.)							
Eleman No	b (cm)	h (cm)	As (cm^2)	Nd (kN)	Md (kNm)	Mr (kNm)	Kesit
6	25	615	80	950	4990	8897	YETERLİ
7	25	615	80	2630	5930	13261	YETERLİ
8	25	615	80	2630	6370	13261	YETERLİ
9	25	615	80	950	6670	8897	YETERLİ
20	25	615	80	950	4990	8897	YETERLİ
21	25	615	80	2630	5930	13261	YETERLİ
22	25	615	80	2630	6370	13261	YETERLİ
23	25	615	80	950	6670	8897	YETERLİ

4. GÜÇLENDİRME ÇALIŞMALARI

4.1. Güçlendirme Çalışmaları Hakkında Genel Bilgi

Yapının mevcut durumu göz önüne alınarak yapılan analiz ve tahkikler , yapıdaki mevcut düşey taşıyıcı elemanların taşıma kapasitelerinin yatay yükler altında kendi kesitlerinde oluşan kesit tesirlerinden düşük olduğunu ortaya çıkarmıştır.Bu sonuçlarla beraber yapıya güçlendirme yapılması gereği ortaya çıkmıştır.Yapıya güçlendirme çalışmaları yapılırken mevcut kolonların güçlendirilmesi ve yapının yatay yük kapasitesini arttırmak için deprem perdeleri ilave etme yoluna gidilmiştir. Taşıyıcı elemanlardan kolonların , eksenel yük eğilme ve kesme mukavemetlerinin arttırılması amacıyla mantolama yöntemi benimsenmiş ve bu sayede boyuna donatı sayısı ve kolonların etriye sayıları arttırılmıştır. Mantolama ve deprem perdeleri ilave etmek suretiyle oluşturulan yeni sistemler Sap2000 programında modellenerek analiz ettirilmiş ve analiz sonuçlarıyla perde tabanındaki eğilme momentlerinin toplamı deprem yüklerinin bina tabanında oluşturdukları devrilme momentiyle oranlanmıştır.Her iki doğrultu için yapılan bu oranlamanın herhangi bir doğrultu için %70'den küçük olması durumunda ,yeni perde ilave etme veya varolan perdenin yerini değiştirme veya hem yeni perde ilave etme hemde var olan perdelerin yerini değiştirme gibi alternatifler kullanılarak sistem değiştirilmiş her defasında tekrar analiz edilmiş ve devrilme tahkikleri yapılmıştır.Sonuçta bu oranlamanın %70'den büyük olduğu sistem güçlendirme sistemi olarak alınmış ve bölüm 4.4 te ayrıntılı olarak analizi ve diğer tahkikleri verilmiştir.Ayrıca örnekleme olması açısından devrilme tahkikini sağlamayan bir sistem 4.2 de , devrilme tahkikini sağlayıp kolonların kapasite tahkiklerini sağlamayan bir sistemde 4.3 de verilmiştir.

4.2. Mevcut Yapının Güçlendirme Çalışmaları 1.Alternatif

Burada yapının güçlendirme çalışmaları üzerine alternatifler düşünülürken değerlendirilen ve devrilme tahkiklerini sağlamayan sistemlerden birisi kısaca verilmiştir.

Göz önüne alınan alternatifte zemin kattaki tüm kolonlar 15 cm kalınlıkta betonarme mantolarla mantolanmış,yapıya x ve y doğrultusunda dış akslarda 25 cm kalınlıkta ve iki kolonun arasını kapatacak şekilde dörder adet başlıklı perde ilave edilmiştir(Şekil-4.1).Sap2000 de sistem modellenirken (Şekil-4.2), perde , her iki

ucundaki kolonlarla beraber olarak düşünülmüş ve eşdeğer kesit boyutları dikkate alınmıştır.Alternatif sistem Sap2000 de modellendikten sonra analiz ettirilmiş ve devrilme momenti tahkiki için gerekli veriler okunmuştur.Aşağıda bu veriler kulanılarak gerekli hesaplamalar yapılmış ve alternatif yapının devrilme momenti tahkikini sağlamadığı gösterilmiştir.

- Seçilen Perdelerin Boyutlarının Yönetmelik Kontrolü

H_W : Bodrum katında rijitliği üst katlara oranla çok büyük perdeler bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı için zemin kat döşemesinden itibaren toplam perde yüksekliği.

b_W : Perdenin gövde kalınlığı.

L_W : Perdenin plandaki uzunluğu.

h_{max} :En büyük kat yüksekliği (3.katın yüksekliği)

1- X Doğrultusunda Uzanan Perdelerde

H_W = 14,15 m

L_W = 4,25 m

h_{max} = 3 m

$\frac{H_w}{L_w}$ = 3,33 > 2,0 olduğundan

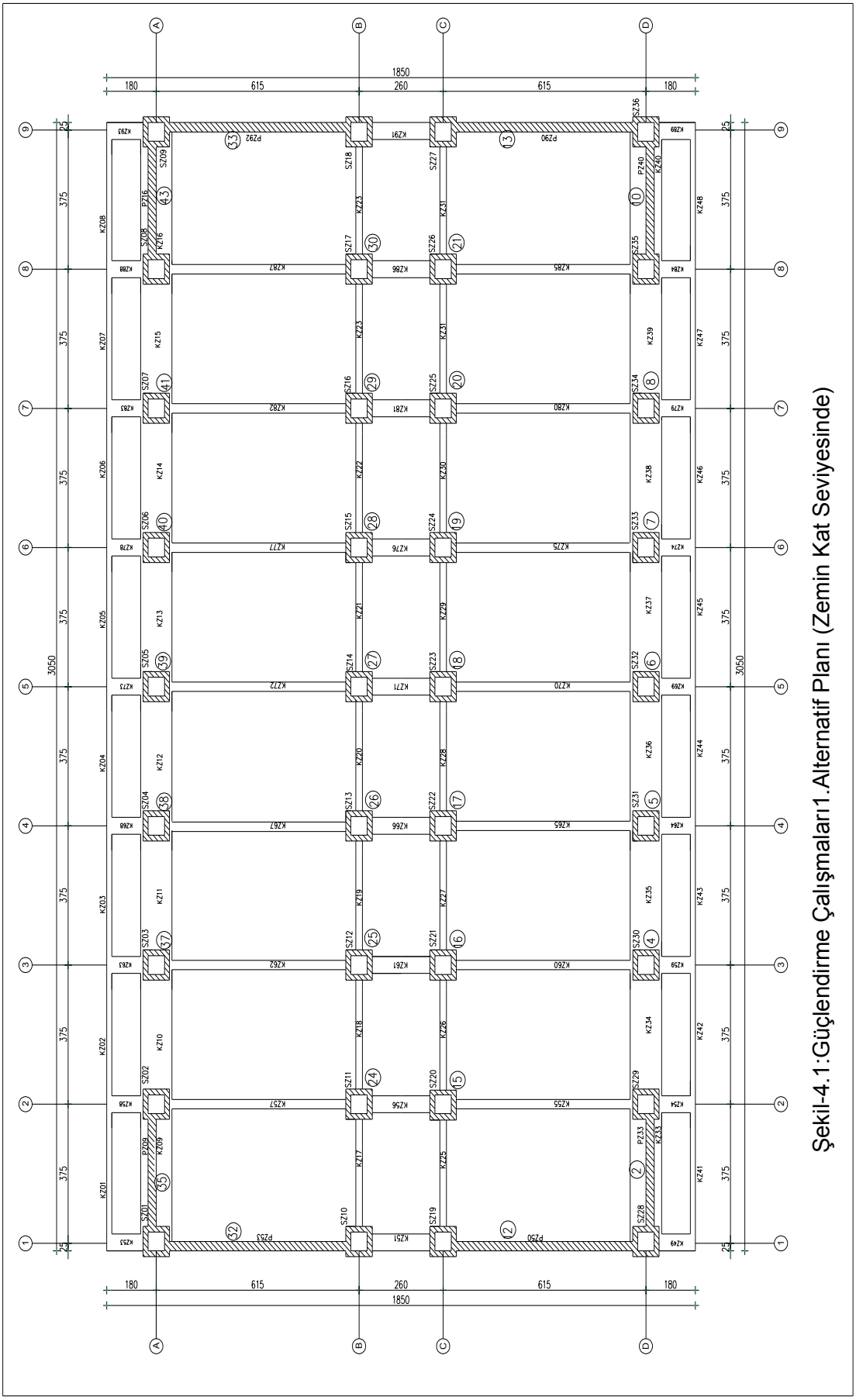
$b_W \geq \frac{h_{max}}{12}$ olmalı

b_W = 0,25≥3/12=0,25 Perdenin gövde kalınlığı yeterlidir.

2- Y Doğrultusunda Uzanan Perdelerde

$\frac{H_w}{L_w}$ = 2,04>2,0 olduğundan

b_W = 0,25≥3/12=0,25 Perdenin gövde kalınlığı yeterlidir



Şekil-4.1:Güçlendirme Çalışmaları1.Alternatif Planı (Zemin Kat Seviyesinde)

4.2.1. Kat Ağırlıkları Ve Katlara Gelen Yatay Deprem Yükleri

4.2.1.1 Kat Ağırlıkları Ve Kat Kütleleri

Kat ağırlıkları hesaplanırken hesap fazlalığı olmaması için mevcut yapının kat ağırlıklarına yeni eklenen elemanların ağırlıklarının ilave edilmesiyle kat ağırlıkları hesaplanmıştır.

Çatı Katı Ağırlığı

Mevcut Yapıdan		=4445 kN
Perdelerden	4x0.25x1.45x25x(5.35+2.95)	=301 kN
Mantolardan	12x25x1.45x(0.80x0.80-0.40x0.40)	=209 kN
	G	=4955 kN
	Q = 2x30.5x18.50	=1130 kN

G+nQ=4955+(0.30x1130)=5294 kN

m=540 kNs^2/m

3 ncü Kat Ağırlığı

Mevcut Yapıdan		=4839 kN
Perdelerden	4x0.25x2.95x25x(5.35+2.95)	=612 kN
Mantolardan	12x25x2.95x(0.80x0.80-0.50x0.50)	=346 kN
	G	=5797 kN
	Q = 5x30.5x18.50	=2822 kN

G+nQ=5797+(0.30x2822)=6644 kN

m=678 kNs^2/m

2 nci Kat Ağırlığı

Mevcut Yapıdan		=5403 kN
Perdelerden	4x0.25x2.95x25x(5.35+2.95)	=612 kN
Mantolardan	12x25x2.95x(0.80x0.80-0.50x0.50)	=346 kN
	G	=6361 kN
	Q=2x30.5x6.65x2+3.5x30.5x1.65x2+5x30.5	=1317 kN

G+nQ=6361+(0.30x1317)=6756 kN

m=689 kNs^2/m

Zemin ve1 nci Kat Ağırlıkları

Mevcut Yapıdan		=5403 kN
Perdelerden	4x0.25x2.95x25x(5.35+2.95)	=612 kN

Mantolardan 36x25x2.95x(0.80x0.80-0.50x0.50) =1036 kN

G =7051 kN

Q = 2x30.5x6.65x2+3.5x30.5x1.65x2+5x30.5x2.05 =1317 kN

G+nQ=7051+(0.30x1317)=7446 kN

m=759 kNs^2/m

4.2.1.2 Deprem Yüklerinin Hesabı

Deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak kat ağırlıkları ile yapıve zemine ait karakteristik değerler Tablo-4.1 ve 4.2' de verilmiştir.

Tablo-4.1 :Güçlendirme Çalışmaları I.Alternatif Kat Ağırlıkları Ve Kütleleri

KAT	G (kN)	Q (kN)	G+nQ (kN)	M (kNs^2/m)
ÇATI	4955	1130	5294	540
3	5797	2822	6644	678
2	6361	1317	6756	689
1	7051	1317	7446	759
ZEMİN	7051	1317	7446	759
TOPLAM	31215		33586	

Tablo-4.2 : Deprem Yükü Hesabı İçin Gerekli Yapı ve Zemin Karakteristik Değerleri

Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_o)	0.4
Bina Önem Katsayısı (I)	1
Yerel Zemin Sınıfı	Z1
Spektrum Karakteristik Periyotları	T_A=0.1 sn T_B=0.3 sn
Bina Ağırlığı (W)	33586 kN
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	6

Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

V_t=WxA(T_1)/R_a(T_1)

SAP2000 programının hesapladığı yapı doğal periyotları

T_{1x}=0.2063 sn

T_{1y}=0.1383 sn

1997 Deprem Yönetmeliğine Göre Spektrum Katsayı Hesabı

S(T)=1+(1.5xT/ T_A) (0≤T≤T_A)

S(T)=2.5 (T_A <T≤T_B)

$S(T)=2.5x(T_B/T)^{0.8}$ $(T>T_B)$

X Yönünde Yapıya Etkiyen Deprem Kuvveti Hesabı

Spektrum Katsayısı;

T_{1x}=0.2063 sn

$T_A < T_{1x} < T_B$ => $S(T)_x$=2.5

Spektal İvme Katsayısı;

$A(T)= A_o x I x S(T)_x$

A(T)=0.4x1x2.5=1.0

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı;

T_{1x}=0.2063 sn > T_A=0.1 sn => $R_a(T)$=R=6

X Yönünde Yapıya Etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

$V_x=WxA(T_x)/R_a(T_x)$

V_x= 33586x1.0/6 = 5598 kN

Y Yönünde Yapıya Etkiyen Deprem Kuvveti Hesabı

Spektrum Katsayısı;

T_{1y}=0.1383 sn

$T_A < T_{1y} < T_B$ => $S(T)_y$=2.5

Spektal İvme Katsayısı;

$A(T)= A_o x I x S(T)_y$

A(T)=0.4x1x2.5=1.0

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı;

T_{1y}=0.1383 sn > T_A=0.1 sn => $R_a(T)$=R=6

Y Yönünde Yapıya Etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

$V_y=WxA(T_y)/R_a(T_y)$

V_y= 33586x1.0/6 = 5598 kN

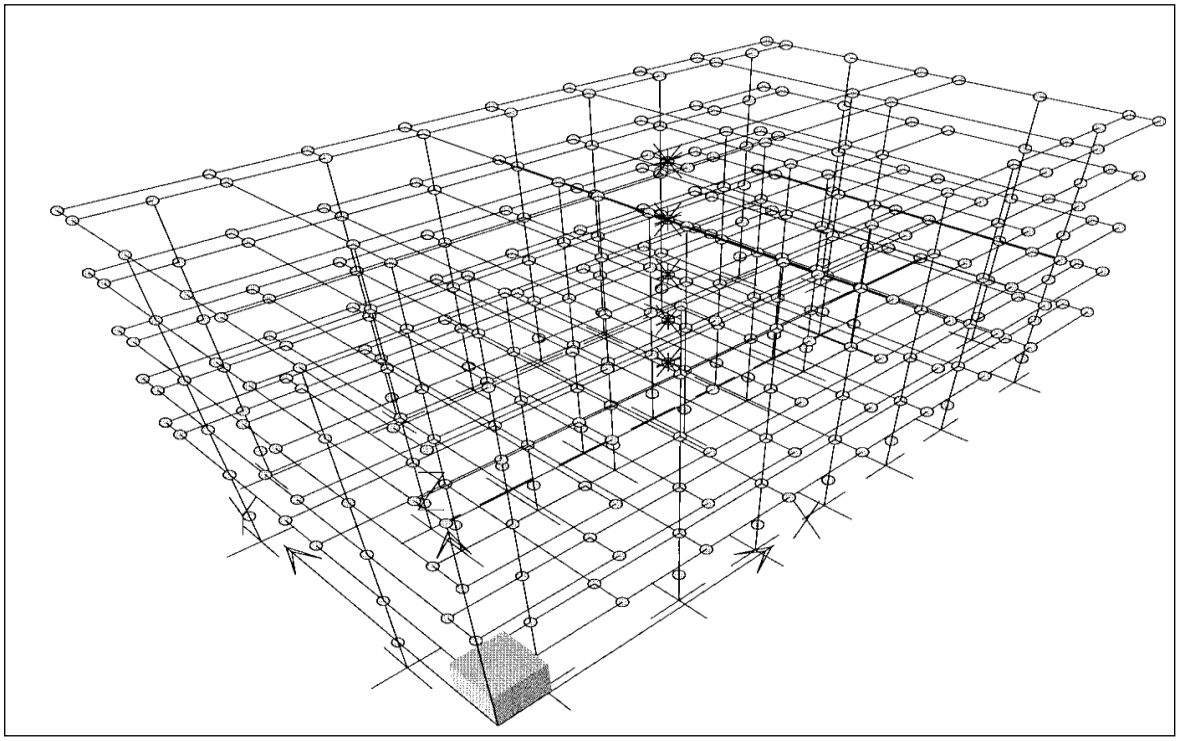
Hesaplanan deprem kuvvetlerinin eşdeğer deprem yükü hesabına göre katlara dağılımı Tablo-4.3' de verilmiştir.Tablo-4.4' de ise %5 dışmerkezlikle bulunan burulma momentleri hesap sonuçları tablolanmıştır.

Tablo-4.3 :Güçlendirme Çalışmaları I.Alternatif Sistem Deprem Kuvvetlerinin Katlara Dağıtılması

KAT	w_i (kN)	h_i (m)	w_ih_i (kNm)	$w_ih_i/\Sigma w_ih_i$	$F_i(x)$ (kN)	$V_i(x)$ (kN)	$F_i(y)$ (kN)	$V_i(y)$ (kN)
ÇATI	5294	14.15	74911	0.28	1567	1567	1567	1567
3	6644	11.25	74745	0.28	1567	3134	1567	3134
2	6756	8.25	55737	0.21	1176	4310	1176	4310
1	7446	5.50	40953	0.15	840	5150	840	5150
ZEMİN	7446	2.75	20477	0.08	448	5598	448	5598
TOPLAM	33586		266823	1.00	5598		5598	

Tablo-4.4 :Güçlendirme Çalışmaları I.Alternatif Sistem Deprem %5 Dışmerkezlikle Bulunan Burulma Momentleri

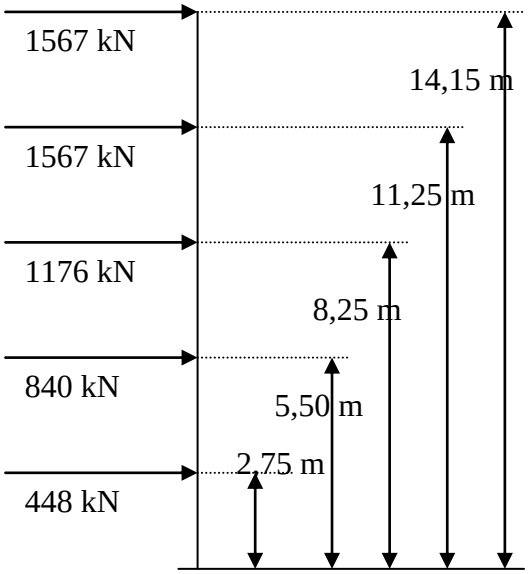
KAT	$F_i(x)$ (kN)	$F_i(y)$ (kN)	$M_b(x)$ (kNm)	$M_b(y)$ (kNm)
ÇATI	1567	1567	1175	2350
3	1567	1567	1175	2350
2	1176	1176	882	1764
1	840	840	630	1260
ZEMİN	448	448	336	672



Şekil-4.2 :Güçlendirme Çalışmaları I.Alternatif Üç Boyutlu Mekanik Modeli

4.2.2. Analiz Sonuçlarıyla Devrilme Momenti Tahkiki

Şekil-4.1' de zemin kat seviyesinde planı verilen 1. alternatif taşıyıcı sisteme ait devrilme momenti tahkikine esas deprem yükünün katlara dağılımı Şekil-4.3' de verilmiştir.



Şekil-4.3 :1. Alternatif Sistem Deprem Yükleri ve Katlara Dağılımı

Σ M_0= (1567x14.15)+(1567x11.25)+(1176x8.25)+(840x5.5)+(448x2.75)

Σ M_0= 55356 kNm

Σ M_0 =Toplam Taban Devrilme Momenti

Σ M_{1x} = X – Doğrultusundaki Perdelerin Aldığı Toplam Moment

Σ M_{1y} = Y – Doğrultusundaki Perdelerin Aldığı Toplam Moment

To=Perde Bağ Kirişlerinden Gelen Kesme Kuvveti Toplamı

X Doğrultusunda

PZ09	PZ16	PZ33	PZ40
M=8803.21 kNm	M=8803.21 kNm	M=8803.21 kNm	M=8803.21 kNm

$\sum M_{IX}$ = 4x(8803.21)

$\sum M_{IX}$ = 35213 kNm

$$\frac{\Sigma M_{IX}}{\Sigma M_O} = \frac{35213}{55356} \quad 0,636 = \%64 < \%70$$

Y Doğrultusunda

PZ50	PZ53	PZ90	PZ92
M=10015.5 kNm	M=10015.5 kNm	M=10015.5 kNm	M=10015.5 kNm

T_Y=2X(23.1+38+45.9+48.9+49)=409.8 kN L = 8.75 m

$\sum M_{IY}$ = 4x(10015.5)+(409.8X8.75)

$\sum M_{IY}$ = 43647 kNm

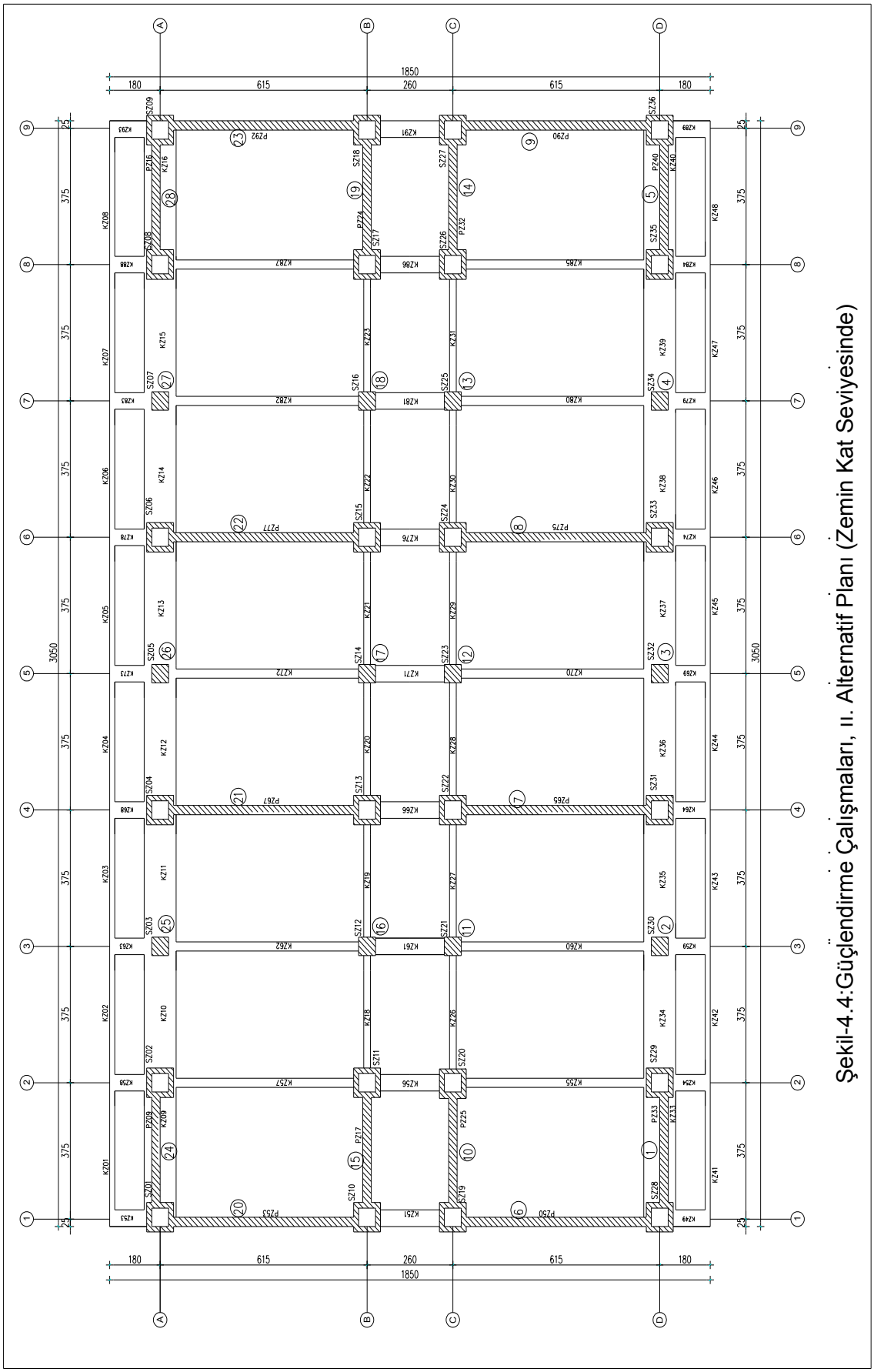
$$\frac{\sum M_{IY}}{\sum M_O} = \frac{43647}{55356} = 0,788 = \%79 > \%70$$

Görüldüğü gibi alternatif sistem Y doğrultusunda devrilme momenti tahkikini sağlamakta , X doğrultusunda ise sağlamamaktadır.Dolayısıyla sistem X doğrultusunda yetersizdir.

Devrilme tahkiki sonuçlarına göre analiz sonuçlarında yapılan incelemede X doğrultusundaki deprem perdelerinin yetersiz olduğu tespit edilmiş ve kolonların mantolanmasından dolayı kesit alanları ve atalet momentleri büyüdüğü için aldıkları kesit etkileri de büyümüştür.Dolayısıyla da X doğrultusunda devrilme tahkiki sağlanamamaktadır.Bu durumlar dikkate alınarak her iki doğrultuda perde sayılarının arttırılması ve kolonlardaki mantolamanın kaldırılması ile oluşturulan 2.alternatif sistem 4.3'de verilmektedir.

4.3. Mevcut Yapının Güçlendirme Çalışmaları II.Alternatif

Göz önüne alınan alternatif sistemde zemin kattaki tüm kolonlar mantosuz,yapıya x ve y doğrultusunda dış akslarda 25 cm kalınlıkta ve iki kolonun arasını kapatacak şekilde sekizer adet başlıklı perde ilave edilmiştir.Oluşturulan sistemin zeminkat seviyesindeki plan görünüşü Şekil-4.4.'de verilmiştir.Sap2000'de sistem modellenirken, perde, her iki ucundaki kolonlarla beraber olarak düşünülmüş ve eşdeğer kesit boyutları dikkate alınmıştır.Alternatif sistem Sap2000'de Şekil-4.5'e göre modellendikten sonra analiz ettirilmiş, devrilme momenti tahkiki ve düşey taşıyıcı elemanların kapasite kontrollerinin yapılabilmesi için gerekli veriler okunmuştur.Aşağıda bu veriler kulanılarak gerekli tahkikler yapılmış ve alternatif yapının devrilme momenti tahkikini sağladığı , zemin kat dış akslardaki kolonların ise eksenel yük kapasitelerinin yetersiz olduğu gösterilmiştir.Seçilen perde gövde plan boyutları I.Alternatif Sistemdeki plan boyutlarıyla aynı olduğü için burada ayrıca plan boyutlarının yönetmelik kontrolü yapılmamıştır.Bu kontroller 4.2.'de verildiği gibidir.



Şekil-4.4:Güçlendirme Çalışmaları, II. Alternatif Planı (Zemin Kat Seviyesinde)

4.3.1. Kat Ağırlıkları Ve Katlara Gelen Yatay Deprem Yükleri

4.3.1.1 Kat Ağırlıkları Ve Kat Kütleleri

Kat ağırlıkları hesaplanırken hesap fazlalığı olmaması için mevcut yapının kat ağırlıklarına yeni eklenen elemanların ağırlıklarının ilave edilmesiyle kat ağırlıkları hesaplanmıştır.

Çatı Katı Ağırlığı

Mevcut Yapıdan		=4445 kN
Perdelerden	8x0.25x1.45x25x(5.35+2.95)	=602 kN
Mantolardan	24x25x1.45x(0.80x0.80-0.40x0.40)	=418 kN
	G	=5465 kN
	Q = 2x30.5x18.50	=1130 kN

G+nQ=5465+(0.30x1130)=5804 kN

m=592 kNs^2/m

3 ncü Kat Ağırlığı

Mevcut Yapıdan		=4839 kN
Perdelerden	8x0.25x2.95x25x(5.35+2.95)	=1224 kN
Mantolardan	24x25x2.95x(0.80x0.80-0.50x0.50)	=692 kN
	G	=6755 kN
	Q = 5x30.5x18.50	=2822 kN

G+nQ=6755+(0.30x2822)=7602 kN

m=775 kNs^2/m

2 nci Kat Ağırlığı

Mevcut Yapıdan		=5403 kN
Perdelerden	8x0.25x2.95x25x(5.35+2.95)	=1224 kN
Mantolardan	24x25x2.95x(0.80x0.80-0.50x0.50)	=692 kN
	G	=7319 kN
	Q = 2x30.5x6.65x2+3.5x30.5x1.65x2+5x30.5x2.05	=1480 kN

G+nQ=7319+(0.30x1317)=7714 kN

m=786 kNs^2/m

Zemin ve1 nci Kat Ağırlıkları

Mevcut =5403 kN

Yapıdan

Perdelerden 8x0.25x2.95x25x(5.35+2.95) =1224 kN

Mantolardan 36x25x2.95x(0.80x0.80-0.50x0.50) =1036 kN

G =7663 kN

Q = 2x30.5x6.65x2+3.5x30.5x1.65x2+5x30.5x2.05 =1317 kN

G+nQ=7663+(0.30x1317)=8058 kN

M=822 kNs^2/m

4.3.1.2 Deprem Yüklerinin Hesabı

Deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak kat ağırlıkları ile yapıve zemine ait karakteristik değerler Tablo-4.5 ve 4.6' da verilmiştir.

Tablo-4.5 : Güçlendirme Çalışmaları II.Alternatif Kat Kütleleri Ve Ağırlıkları

KAT	G (kN)	Q (kN)	G+nQ (kN)	m (kNs^2/m)
ÇATI	5465	1130	5804	592
3	6755	2822	7602	775
2	7319	1317	7714	786
1	7663	1317	8058	822
ZEMİN	7663	1317	8058	822
TOPLAM	34865		37236	

Tablo-4.6 : Deprem Yükü Hesabı İçin Gerekli Yapı ve Zemin Karakteristik Değerleri

Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_o)	0.4
Bina Önem Katsayısı (I)	1
Yerel Zemin Sınıfı	Z1
Spektrum Karakteristik Periyotları	T_A=0.1 sn T_B=0.3 sn
Bina Ağırlığı (W)	37236 kN
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	6

Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

$V_t=WxA(T_1)/R_a(T_1)$

SAP2000 programının hesapladığı yapı doğal periyotları

T_{1x}=0.1671 sn

T_{1y}=0.1057 sn

1997 Deprem Yönetmeliğine Göre Spektrum Katsayı Hesabı

$S(T)=1+(1.5xT/ T_A)$ $(0 \leq T \leq T_A)$

$S(T)=2.5$ $(T_A < T \leq T_B)$

$S(T)=2.5x(T_B/T)^{0.8}$ $(T > T_B)$

X Yönünde Yapıya Etkiyen Deprem Kuvveti Hesabı

Spektrum Katsayısı;

T_{1x}=0.1671 sn

$T_A < T_{1x} < T_B \rightarrow S(T)_x=2.5$

Spektral İvme Katsayısı;

$A(T)= A_o x I x S(T)_x$

A(T)=0.4x1x2.5=1.0

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı;

T_{1x}=0.1671 sn > T_A=0.1 sn $\rightarrow R_a(T)=R=6$

X Yönünde Yapıya Etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

$V_x=WxA(T_x)/R_a(T_x)$

V_x= 37236x1.0/6 = 6206 kN

Y Yönünde Yapıya Etkiyen Deprem Kuvveti Hesabı

Spektrum Katsayısı;

T_{1y}=0.1057 sn

$T_A < T_{1y} < T_B \rightarrow S(T)_y=2.5$

Spektal İvme Katsayısı;

$A(T)= A_o x I x S(T)_y$

A(T)=0.4x1x2.5=1.0

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı;

T_{1y}=0.1057 sn > T_A=0.1 sn $\longrightarrow$ $R_a(T)=R=6$

Y Yönünde Yapıya Etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

$V_y=WxA(T_y)/R_a(T_y)$

V_y= 37236x1.0/6 = 6206 kN

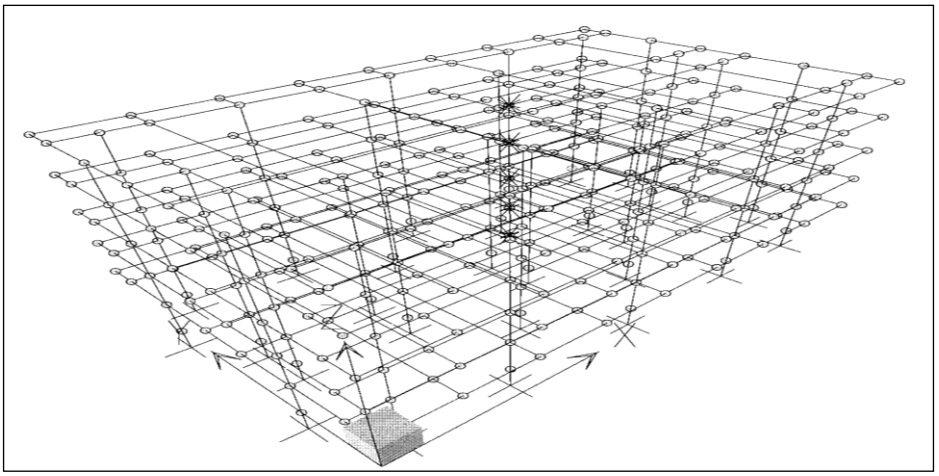
Hesaplanan deprem kuvvetlerinin eşdeğer deprem yükü hesabına göre katlara dağılımı Tablo-4.7' de verilmiştir.Tablo-4.8' de ise %5 dışmerkezlikle bulunan burulma momentleri hesap sonuçları tablolanmıştır.

Tablo-4.7 :Güçlendirme Çalışmaları II.Alternatif Sistem Deprem Kuvvetlerinin Katlara Dağıtılması

KAT	w_i (t)	h_i (kN)	w_ih_i (kNm)	$w_ih_i/\sum w_ih_i$	$F_i(x)$ (kN)	$V_i(x)$ (kN)	$F_i(y)$ (kN)	$V_i(y)$ (kN)
ÇATI	5804	14.15	82127	0.28	1738	1738	1738	1738
3	7602	11.25	85523	0.29	1800	3538	1800	3538
2	7714	8.25	63641	0.21	1303	4841	1303	4841
1	8058	5.50	44319	0.15	931	5772	931	5772
ZEMİN	8058	2.75	22160	0.07	434	6206	434	6206
TOPLAM	37236		297770	1.00	6206		6206	

Tablo-4.8 :Güçlendirme Çalışmaları II.Alternatif Sistem Deprem %5 Dışmerkezlikle Bulunan Burulma Momentleri

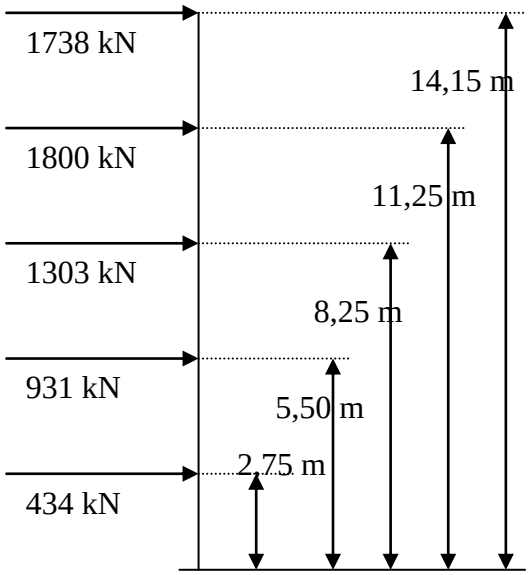
KAT	$F_i(x)$ (kN)	$F_i(y)$ (kN)	$M_b(x)$ (kNm)	$M_b(y)$ (kNm)
ÇATI	1738	1738	1304	2607
3	1800	1800	1350	2700
2	1303	1303	977	1955
1	931	931	698	1397
ZEMİN	434	434	326	651



Şekil-4.5 :II.Alternatif Sistem Üç Boyutlu Mekanik Modeli

4.3.2. Analiz Sonuçlarıyla Devrilme Momenti Tahkiki

Şekil-4.4' de zemin kat seviyesinde planı verilen 2. alternatif taşıyıcı sisteme ait devrilme momenti tahkikine esas deprem yükünün katlara dağılımı Şekil-4.6' da verilmiştir.



Şekil-4.6 :II.Alternatif Sistem Deprem Yükleri ve Katlara Dağılımı

$\sum M_0$ = (1738x14.15)+(1800x11.25)+(1303x8.25)+(931x5.5)+(434x2.75)

$\sum M_0$ = 61906 kNm

X Doğrultusunda

PZ09 ,PZ16,PZ33,PZ40 — PZ17,PZ24,PZ25,PZ32

M =5734 kNm — M=5669 kNm

$\sum M_{IX}$ = 4x(5734 + 5669)

$\sum M_{IX}$ = 45612 kNm

$$\frac{\Sigma M_{IX}}{\Sigma M_O} = \frac{45612}{61906} \quad 0,737 = \%74 > \%70$$

Y Doğrultusunda

PZ50,PZ53,PZ90,PZ92 M=6019 kNm — PZ65,PZ67,PZ75,PZ77 M=5786.4 kNm

T_{oy}=2X(2.3+3.8+4.7+5.2+5.3+5.1+8.3+10+10.8+11.5)=134 kN L=8.75m

$\sum M_{IY}$ = 4x(6019 + 5786.4)+(134 X 8.75)

$\sum M_{IY}$ = 48394 kNm

$$\frac{\sum M_{IY}}{\sum M_{O}} = \frac{48394}{61906} = \quad 0,782 \; = \%78 \; > \%70$$

Görüldüğü gibi seçilen alternatif sistem her iki doğrultuda da devrilme momenti tahkikini sağlamaktadır. Bundan sonra yapılması gereken düşey taşıyıcı elemaların kapasitelerinin yeterliliğinin tahkik edilmesidir.

4.3.3 Analiz Sonuçlarıyla Kapasite Tahkiklerinin Yapılması

Alternatif yapıya ilave edilen perdelerin, yapının depreme dayanıklılığına etkisi aşağıdaki tahkiklerle saptanmıştır. Eğilme momenti, kesme kuvveti ve eksenel dayanım tahkikleri alternatif yapıda en çok zorlanan zemin kat kolonlarına uygulanmıştır. Kesitlerde farklı yükleme durumları için oluşan ve tahkiklerde kullanılan maksimum kuvvetler ve momentler . EK-E10 Tablo-4.9, 4.10, EK-E11 4.11 ve 4.12' de tablolanmıştır.

4.3.3.1 Eğilme Momenti Tahkiki

Eğilme momenti tahkiklerine ait sonuçlar EK-E11 Tablo-4.13, EK-E12 Tablo 4.14, 4.15 ve 4.16' da özetlenmiştir.

4.3.3.2 Kesme Kuvveti Tahkiki

Kesme kuvveti tahkiklerine ait sonuçlar EK-E13 Tablo-4.17, 4.18, EK-E14 Tablo 4.19 ve 4.20' de özetlenmiştir.

4.3.3.3 Eksenel Kuvvet Tahkiki

Eksenel kuvvet tahkiklerine ait sonuçlar EK-E14 Tablo-4.21, EK-E15 Tablo 4.22 ve 4.23' de özetlenmiştir.

4.3.4 Sonuçların Değerlendirilmesi

4.2. de irdelenen alternatif sisteme her iki doğrultuda yeni perdeler ilave etmek suretiyle oluşturulan bu alternatif sistem devrilme tahkiklerini yukarıda da verildiği gibi sağlamıştır.Ancak 4.2.'den farklı olarak burada kolonlara betonarme mantolama düşünülmemiştir.Dolayısıyla bu alternatif sistemde düşey taşıyıcı elememanların kapasite kontrolleri yapılmış ve dış akslardaki toplam 6 kolonun eksenel yük taşıma kapasitelerinin dış yüklere karşı yetersiz olduğu saptanmıştır(EK-E14 Tablo-4.21). Bu sorunun çözümü olarak ta bu kolonların betonarme mantolarla mantolanması

düşünülmüş ve böylece 4.4 de verilen güçlendirmeye esas sistemin tasarımı gerçekleştirilmiştir.

4.4 Güçlendirmeye Esas Sistem

Güçlendirilmiş binanın kesit ve güvenlik bakımından yeterli olup olmadığının belirlenmesi için binanın yeniden düşey ve yatay yüklere karşı analizi yapılarak, gerekli kontroller sağlanmıştır. Yapının depreme karşı dayanıklılığı binanın x ve y doğrultusundaki dış akslarına 25 cm kalınlığında ve iki kolonun arasını kapatacak şekilde sekizer adet başlıklı perdeler ekleme, zemin katta bulunan bazı kolonlara da mantolama yapma suretiyle arttırılmıştır. Mevcut taşıyıcı sisteme x ve y doğrultusunda eklenen perdeler boşluksuz olup, tüm katlarda kolonlara mantolama sistemiyle bağlanmıştır. Güçlendirmeye esas sistem zeminkat planı Şekil-4.7'deki gibidir. Seçilen perde gövde plan boyutları I.Alternatif Sistemdeki plan boyutlarıyla aynı olduğu için burada ayrıca plan boyutlarının yönetmelik kontrolü yapılmamıştır.Bu kontroller 4.2.'de verildiği gibidir.

Yapısal çözümleme daha önce de bahsedildiği gibi SAP2000 Yapı Analizi programı kullanılarak yapılmıştır. X ve y doğrultusunda bulunan perdeler programa fiktif kolon elemanları olarak tanıtılmıştır. Mevcut durum taşıyıcı sisteminin çözüldüğü yükleme kombinezonları, güçlendirilmiş tasarımın taşıyıcı sisteminin çözümünde aynen kullanılmış, taşıyıcı sistemin her iki doğrultuda simetrik olduğu gözönünde tutulmuştur. Yapısal çözümlemelerden sonra taşıyıcı elemanlarda her iki ana doğrultuda meydana gelen eğilme momentleri, kesme ve eksenel kuvvetlerin tahkikleri yapılmış, izin verilen sınırların altında olup olmadığı kontrol edilmiştir. Yapılan moment ve kesme kuvveti kapasite hesaplarında herhangi bir eleman için belirlenen kapasitenin, söz konusu elemanda oluşan iç kuvvetlerin 0,95 katı ve daha üstünde olması durumunda; kesitin yeterli, aksi durumda yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Tasarlanan güçlendirme sonucunda kirişlere etkiyen yüklerde herhangi bir değişiklik olmadığından dolayı kirişlere aktarılan yükler yapının mevcut durumundaki yükler ile aynıdır. Taşıyıcı sisteme eklenen perde duvarlar yapının ağırlığını arttırmakta, artan ağırlık sebebiyle yapıya etkiyen yatay yüklerde de doğal olarak artış gözlemlenmektedir.

4.4.1 İç Kuvvetlerin Hesaplanması

4.4.1.1 Perdelere Düşey Yük Aktarımı

a) Zemin, 1 ve 2 nci Kat:

PZ09,PZ16,PZ33,PZ40, P109,P116,P133,P140, P209,P216,P233,P240 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük	94.7 kN (4.3x1.3/2x7+3.7x5.8/2x7)	
Perde kendi ağırlığı	63.6 kN (0.25x3.7x2.75x25)	
	158.3 kN	42.8 kN/m

PZ50,PZ52,PZ90,PZ92, P150,P152,P190,P192, P250,P252,P290,P292 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük		3.7 kN/m
Perde kendi ağırlığı	105.7 kN (25x0.25x2.75x6.15)	17.2 kN/m
		20.9 kN/m

PZ17,PZ24,PZ25,PZ32, P117,P124,P125,P132, P217,P224,P225,P232 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük	111.7 kN (3.7x5.8/2x7+5x2.05/2x7)	
Perde kendi ağırlığı	63.6 kN (0.25x3.7x2.75x25)	
	175.3 kN	47.4 kN/m

PZ65,PZ67,PZ75,PZ77, P150,P152,P190,P192, P250,P252,P290,P292 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük		7.4 kN/m
Perde kendi ağırlığı	105.7 kN (25x0.25x2.75x6.15)	17.2 kN/m
		24.6 kN/m

b) 3 ncü Kat:

P309,P316,P333,P340 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük	121.8 kN (4.9x1.3/2x7+4.9x5.8/2x7)	
Perde kendi ağırlığı	69.4 kN (0.25x3.7x3x25)	
	191.2 kN	51.7 kN/m

P350,P352,P390,P392 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük		4.9 kN/m
Perde kendi ağırlığı	115.3 kN (25x0.25x3.00x6.15)	18.8 kN/m
		23.7 kN/m

P317,P324,P325,P332 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük	134.6 kN (4.9x5.8/2x7+4.9x2.05/2x7)	
Perde kendi ağırlığı	69.4 kN (0.25x3.7x3x25)	
	204 kN	55.1 kN/m

P365,P367,P375,P377 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük		9.8 kN/m
Perde kendi ağırlığı	115.3 kN (25x0.25x3.00x6.15)	18.8 kN/m
		28.6 kN/m

c) Çatı Katı:

P409,P416,P427,P434 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük	82.9 kN (3.7x1.3/2x7+3.7x5.1/2x7)	
Perde kendi ağırlığı	67.1 kN (0.25x3.7x2.9x25)	
	150 kN	40.5 kN/m

P444,P446,P475,P477 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük		3.7 kN/m
Perde kendi ağırlığı	111.5 kN (25x0.25x2.90x6.15)	18.1 kN/m
		21.8 kN/m

P417,P421,P422,P426 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük	92.6 kN (3.7x5.1/2x7+3.7x2.05/2x7)	
Perde kendi ağırlığı	67.1 kN (0.25x3.7x2.9x25)	
	159.7 kN	43.2 kN/m

P456,P458,P463,P465 Perdelerinde

Döşemeden gelen yük		7.4 kN/m
Perde kendi ağırlığı	120.5 kN (25x0.25x2.90x6.65)	18.1 kN/m
		25.5 kN/m

4.4.2 Yatay Yükleme Durumu

4.4.2.1 Yapı Ağırlığı Ve Kat Kütlelerinin Hesabı

Çatı Katı Ağırlığı

Betonarme	30.5x18.50x0.07x25	=988 kN
Döşeme		

Diş Ağırlığı	0.07x0.23x25x(16x7x1.3+16x7x5.1+8x7x2.05)	=335 kN
Dolgu Ağırlığı	0.4x0.23x10x(16x8x1.3+16x8x5.1+8x8x2.05)	=875 kN
Kirişler	0.45x0.23x25x(1.65x18+2.05x6+5.1x8)+	
	0.95x0.23x25x(3.75x32)+0.15x0.53x25x(3.75x16)+	
	0.25x0.63x25x5.1x4	=1062 kN
Kolonlar	25X1.45X(0.7X0.7X12+0.4X0.4X18)	=318 kN
Perde Duvarlar	4x25x0.25x(3.75x1.45x2+6.15x1.45x2)	=718 kN
Duvarlar	0.42x0.85x10x(2x30.5+2x15.35)x1/2	=164 kN
Çatı	0.65x30.5x18.50	=367 kN
Sıva +Kaplama	0.85x30.5x18.50	=480 kN
	G	=5307 kN
	Q = 2x30.5x18.50	=1130 kN

G+nQ=5307+(0.30x1130)=5646 kN

m=576 kNs^2/m

3 ncü Kat Ağırlığı

Betonarme	30.5x18.50x0.07x25	=988 kN
Döşeme		
Diş Ağırlığı	0.07x0.23x25x(16x7x1.3+16x7x5.1+8x7x2.05)	=335 kN
Dolgu Ağırlığı	0.4x0.23x10x(16x8x1.3+16x8x5.1+8x8x2.05)	=875 kN
Kirişler	0.45x0.23x25x(1.65x18+2.05x9)+	
	0.95x0.23x25x(3.75x16)+0.15x0.53x2.5x(3.75x16)+	
	0.25x0.63x25x5.1x18+0.2x0.63x2.5x3.75x16	=944 kN
Kolonlar	25x1.45x(0.7x0.7x12+0.4x0.4x18)+	
	25x1.5x(0.8x0.8x12+0.5x0.5x24)	=831 kN
Perde Duvarlar	4x25x0.25x(3.7x3x2+6.15x3x2)	=1485 kN
Duvarlar	10x16x1.45/0.85+10x0.42x1.2x(2x30.5+2x18.50)x1/2+	
	10x0.25x0.8x(3.7x16+5.65x14)	=797 kN
Sıva + Kaplama	0.85x30.5x18.50	=480 kN
	G	=6735 kN
	Q = 5x30.5x18.50	=2822 kN

G+nQ=6735+(0.30x2822)=7582 kN

m=773 ts^2/m

2 nci Kat Ağırlığı

Betonarme Döşeme	30.5x18.50x0.07x25	=988 kN
Diş Ağırlığı	0.07x0.23x25x(16x7x1.3+16x7x5.1+8x7x2.05)	=335 kN
Dolgu Ağırlığı	0.4x0.23x10x(16x8x1.3+16x8x5.1+8x8x2.05)	=875 kN
Kirişler	0.45x0.23x25x(1.65x18+2.05x9)+	
	0.95x0.23x25x(3.75x16)+0.15x0.53x2.5x(3.75x16)+	
	0.25x0.63x25x5.1x18+0.2x0.63x2.5x3.75x16	=944 kN
Kolonlar	25x1.5x(0.8x0.8x12+0.5x0.5x24)+	
	25x1.375x (0.8x0.8x12+(0.5x0.5x24)	=983 kN
Perde Duvarlar	4x25x0.25x(3.75x2.9x2+6.15x2.9x2)	=1435 kN
Duvarlar	10x53x2.8/1.5	=990 kN
Parapet Duvar	10x0.25x0.9x2x30.5	=138 kN
Sıva + Kaplama	0.85x30.5x18.50	=480 kN
	G	=7168 kN
	Q = 2x30.5x6.65x2+3.5x30.5x1.65x2+5x30.5x2.05	=1477 kN

G+nQ=7168+(0.30x1477)=7611 kN

M=776 kNs^2/m

Zemin ve 1 nci Kat Ağırlıkları

Betonarme Döşeme	30.5x18.50x0.07x25	=988 kN
Diş Ağırlığı	0.07x0.23x25x(16x7x1.3+16x7x5.1+8x7x2.05)	=335 kN
Dolgu Ağırlığı	0.4x0.23x10x(16x8x1.3+16x8x5.1+8x8x2.05)	=875 kN
	0.45x0.23x25x(1.65x18+2.05x9)+	
Kirişler	0.95x0.23x25x(3.75x16)+0.15x0.53x2.5x(3.75x16)+	
	0.25x0.63x25x5.1x18+0.2x0.63x2.5x3.75x16	=944 kN
Kolonlar	25x2.75x(0.8x0.8x36)	=1584 kN
Perde Duvarlar	4x25x0.25x(3.75x2.75x2+6.15x2.75x2)	=1361 kN
Duvarlar	10x53x2.8/1.5	=990 kN
Parapet Duvar	10x0.25x0.9x2x30.5	=138 kN
Sıva Kaplama	0.85x30.5x18.50	=480 kN
	G	=7695 kN
	Q = 2x30.5x6.65x2+3.5x30.5x1.65x2+5x30.5x2.05	=1477 kN

G+nQ=7695+(0.30x1477)=8138 kN

m=830 kNs^2/m

4.4.2.2 Deprem Yüklerinin Hesabı

Güçlendirmeye esas sisteme ait deprem yükü hesabı için gerekli yapı ve zemin karakteristik değerleri Tablo-4.24'de tablolanmıştır.

Tablo-4.24 :Güçlendirmeye Esas Sistem Deprem Yükü Hesabı İçin Gerekli Yapı ve Zemin Karakteristik Değerleri

Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_o)	0.4
Bina Önem Katsayısı (I)	1
Yerel Zemin Sınıfı	Z1
Spektrum Karakteristik Periyotları	T_A=0.1 sn T_B=0.3 sn
Bina Ağırlığı (W)	37115 kN
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	6

Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

$V_t=WxA(T_1)/R_a(T_1)$

SAP2000 programının hesapladığı yapı doğal periyotları

T_{1x}=0.1542 sn

T_{1y}=0.1027 sn

1997 Deprem Yönetmeliğine Göre Spektrum Katsayı Hesabı

$S(T)=1+(1.5xT/T_A)$ $(0\leq T\leq T_A)$

$S(T)=2.5$ $(T_A<T\leq T_B)$

$S(T)=2.5x(T_B/T)^{0.8}$ $(T>T_B)$

X Yönünde Yapıya Etkiyen Deprem Kuvveti Hesabı

Spektrum Katsayısı;

T_{1x}=0.1542 sn

$T_A<T\leq T_B \longrightarrow S(T)_x=2.5$

Spektal İvme Katsayısı;

$A(T)= A_oxIx S(T)_x$

A(T)=0.4x1x2.5=1.0

,

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı;

T_{1x}=0.1542 sn > T_A=0.1 sn ⟶ $R_a(T)$=R=6

X Yönünde Yapıya Etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

$V_x=WxA(T_x)/R_a(T_x)$

V_x= 37115x1.0/6 = 6186 kN

Y Yönünde Yapıya Etkiyen Deprem Kuvveti Hesabı

Spektrum Katsayısı;

T_{1y}=0.1027 sn

$T_A < T \leq T_B$ ⟶ $S(T)_y$=2.5

Spektal İvme Katsayısı;

$A(T)= A_o$xIx $S(T)_y$

A(T)=0.4x1x2.5=1.0

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı;

T_{1y}=0.1027 sn > T_A=0.1 sn ⟶ $R_a(T)$=R=6

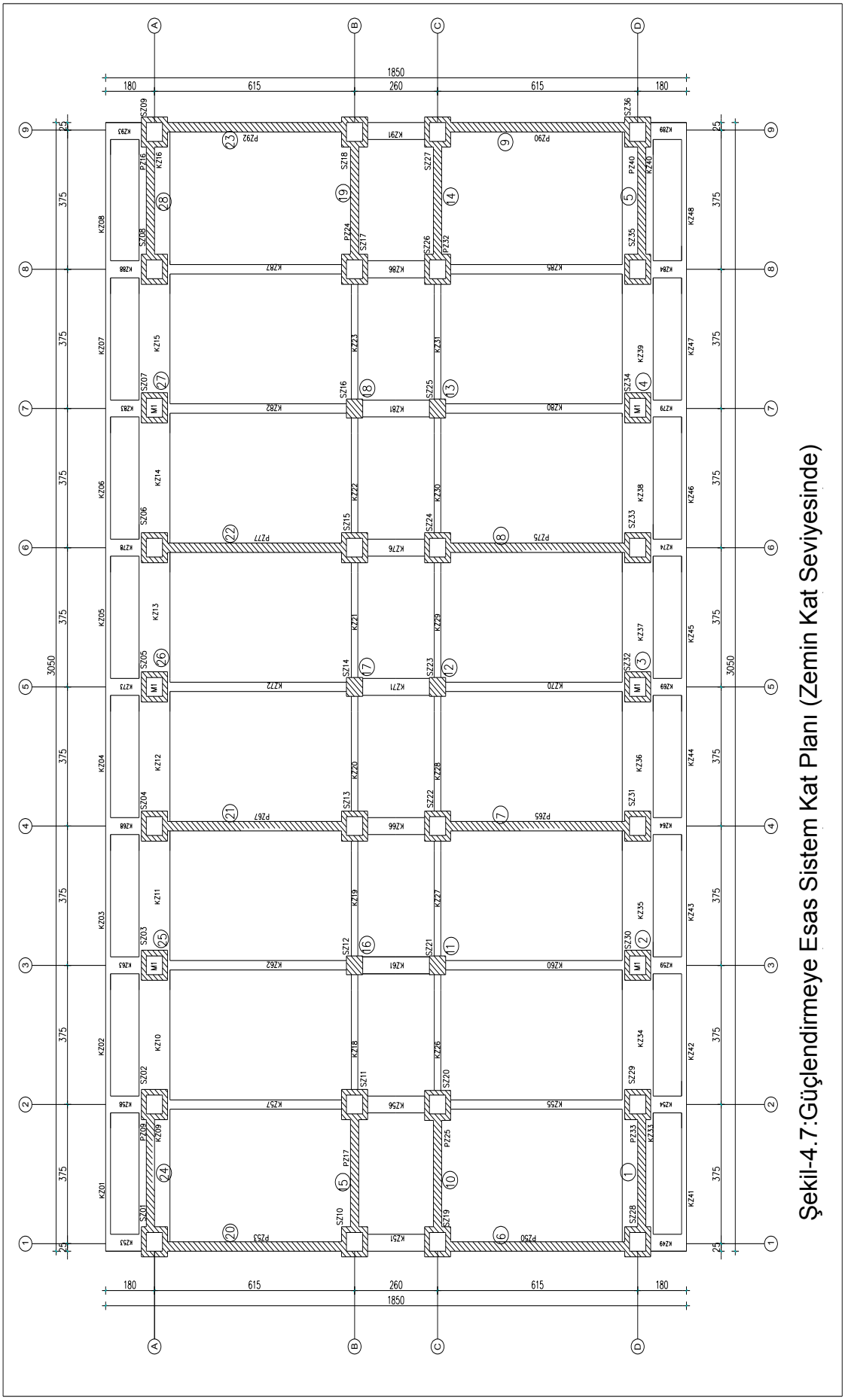
Y Yönünde Yapıya Etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

$V_y=WxA(T_y)/R_a(T_y)$

V_y= 37115x1.0/6 = 6186 kN

Hesaplanan deprem kuvvetlerinin eşdeğer deprem yükü hesabına göre katlara dağılımı Tablo-4.25' de verilmiştir.Tablo-4.26' de ise %5 dışmerkezlikle bulunan burulma momentleri hesap sonuçları tablolanmıştır

.



Şekil-4.7:Güçlendirmeye Esas Sistem Kat Planı (Zemin Kat Seviyesinde)

Tablo-4.25 :Güçlendirme Çalışmaları ve Esas Sistem Deprem Kuvvetlerinin Katlara Dağıtılması

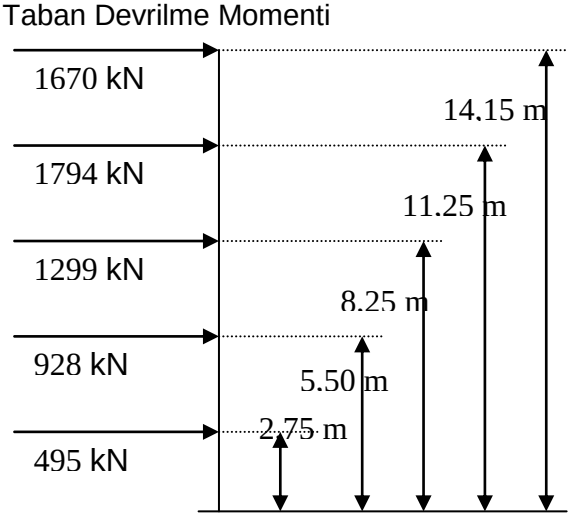
KAT	w_i (kN)	h_i (m)	w_ih_i (kNm)	$w_ih_i/\sum w_ih_i$	$F_i(x)$ (kN)	$V_i(x)$ (kN)	$F_i(y)$ (kN)	$V_i(y)$ (kN)
ÇATI	5646	14.15	79891	0.27	1670	1670	1670	1670
3	7582	11.25	85298	0.29	1794	3464	1794	3464
2	7611	8.25	62791	0.21	1299	4763	1299	4763
1	8138	5.50	44759	0.15	928	5691	928	5691
ZEMİN	8138	2.75	22380	0.08	495	6186	495	6186
TOPLAM	37115		295119	1.00	6186		6186	

Tablo-4.26 :Güçlendirmeye Esas Sistem %5 Dışmerkezlikle Bulunan Burulma Momentleri

KAT	$F_i(x)$ (kN)	$F_i(y)$ (kN)	$M_b(x)$ (kNm)	$M_b(y)$ (kNm)
ÇATI	1670	1670	1253	2505
3	1794	1794	1346	2691
2	1299	1299	974	1949
1	928	928	696	1392
ZEMİN	495	495	371	743

4.4.2.3 Perde Devrilme Tahkiki

Bu bölümde kullanılan moment ve kesme kuvveti değerleri 4.4.4.'de verilen sistemin analizinden sonra programdan okunarak alınmıştır.Taban devrilme momenti tahkikine esas kat yüksekliği ve deprem kuvvetleri Şekil-4.8' de gösterilmiştir.



Şekil-4.8 :Güçlendirmeye Esas Sistem Deprem Yükleri ve Katlara Dağılımı

$\sum M_0$ = (1670x14.15)+(1794x11.25)+(1299x8.25)+(928x5.5)+(495x2.75)

$\sum M_0$ = 60995 kNm

X Doğrultusunda

PZ03, PZ16, PZ33, PZ40

M = -5480.05 kNm

PZ17, PZ24, PZ25, PZ32

M = -5465.31 kNm

$\sum M_{IX}$ = 4x(5480.05+5465.31)

$\sum M_{IX}$ = 43781 kNm

$$\frac{\sum M_{IX}}{\sum M_O} = \frac{43781}{60995} = 0,718 = \%72 > \%70$$

Y Doğrultusunda

PZ50, PZ53, PZ90, PZ92

M = 5556.60 kNm

T_{y1} = 12.5+12.2+11.2+9.2+5.5=50.6 kN L= 8.75 m

PZ65, PZ67, PZ75, PZ77

M = 5802.82 kNm

T_{y2} = 26.3+24.7+23.3+19.5+12.0=105.8 kN L= 8.75 m

$\sum M_{IY}$ = 2x((2x5556.60)+(2x5802.82)+(50.6x8.75)+(105.8x8.75))

$\sum M_{IY}$ = 48175 kNm

$$\frac{\sum M_{IY}}{\sum M_O} = \frac{48175}{60995} = 0,798 = \%80 > \%70$$

4.4.3 Depreme Karşı Dayanımın Farklı Metodlarla Tespiti

4.4.3.1 Zemin Kat Düşey Taşıyıcı Elemanların Analizi Metodu

$$\sigma\ (kg/\ cm2) = \frac{W_a}{A_{ca} + A_{wa}}$$

A_{ca} : Zemin kat betonarme kolonların toplam enkesit alanı.

A_{wa} : Zemin kat betonarme perdelerin toplam enkesit alanı.

W_a : Zemin kat üzerindeki katların ağırlığı.

A_{ca} = (6 x 50 x 50) + 30 x (80 x 80) = 207,000 cm^2

A_{wa} = 25 x 8 x (615 + 375) = 198,000 cm^2

W_a = 530,700 + 673,500 + 716,800 + 769,500 = 2,690,500 kg

$$\sigma = \frac{2{,}690{,}500}{207{,}000 + 198{,}000} = 6.64\ kg/cm^2 < 12\ kg/cm^2$$

Güçlendirilmiş durum için ampirik esaslı zemin kat düşey taşıyıcı elemanların analizi metodu ile yapılan analizde yapının deprem kuvvetlerine karşı dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

4.4.3.2 Sismik Dayanım Katsayısı Metodu (Ampirik Esaslı S_{bg} İndeksi)

Tez konusu otel yapısınınn mevcut beton kalitesinin C11 kalitesinde olması ve yapılan güçlendirmede C25 betonu kullanılmasından dolayı 3.1.2.'de C20 betonu için verilen C_{B1} ve C_{B2} katsayıları bu sistemde her iki beton sınıfı için ayrı ayrı hesaplanarak madde 3.1.2.'de verilen formüller güçlendirmeye esas sistem için uyarlanmıştır. Yapılan hesaplar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

h_0 : Temiz yükseklik.

b : Genişlik

h_s : Derinlik.

W_s : İncelenen katın üzerindeki katların toplam ağırlığı.

A_{c1} : $R_H = h_0/h_s \geq 3.3$ olan kolonların (eğilme modu) enkesit alanlarının toplamı.

A_{c2} : $R_H = h_0/h_s < 3.3$ olan kolonların (kayma modu) enkesit alanlarının toplamı.

A_{w1} : Kolonlara bağlı olan perdelerin enkesit alanları.

A_{w2} : Kolonlara bağlı olmayan perdelerin enkesit alanları.

C25 Beton Sınıfı İçin C_{B1} ve C_{B2} Katsayılarının Hesaplanması;

f_{ctk} =1.1 x $(250 \times 0.85)^{0.5}$ = 16.0

C_{B1} = 16.0 x 3.3 = 52.8

C_{B2} = (16.0 – 6.31) x (0.56 x 3.3 + 0.12) = 19.07

$\overline{\tau}_1$ = $52.8/R_H$ $R_H \geq 3.3$

$\overline{\tau}_2$ = $(19.07/(0.56 \times R_H + 0.12)) + 6.31$ $R_H < 3.3$

$S_{B1} = \sum (A_{c1} \times \overline{\tau}_1) / W_s$

$S_{B2} = \sum (A_{c2} \times \overline{\tau}_2) / W_s$

$S_{B3} = (34 \sum A_{w1} + 22 \sum A_{w2}) / W_s$

C11 Beton Sınıfı İçin C_{B1} ve C_{B2} Katsayılarının Hesaplanması;

f_{ctk}=1.1 x $(110 \times 0.85)^{0.5}$ = 10.6

C_{B1}= 10.6 x 3.3 = 35.1

C_{B2}= (10.6 – 6.31) x (0.56 x 3.3 + 0.12) = 8.4

$\overline{\tau}_1$= 35.1/ R_H $R_H \geq 3.3$

$\overline{\tau}_2$= $(8.4/(0.56 \times R_H + 0.12)) + 6.31$ $R_H < 3.3$

$S_{B1} = \sum (A_{c1} \times \overline{\tau}_1) / W_s$

$S_{B2} = \sum (A_{c2} \times \overline{\tau}_2) / W_s$

$S_{B3} = (22 \sum A_{w1} + 15 \sum A_{w2}) / W_s$

$$S_{BG} = \frac{S_{B1}^2}{S_{B1} + S_{B2} + S_{B3}} + S_{B2} + S_{B3}$$

Burada C11 Beton Sınıfı içinde S_{B3} formülü düzenlenmiş, ancak güçlendirmeye esas sistemde ilave perde duvarların C25 Beton Sınıfına ait betonarmeden yapılması nedeniyle çalışmanın bu bölümünde kullanılmayacaktır.

Taşıyıcı Eleman Verileri

S_{B1} ve S_{B2} değerleri EK-E16 Tablo-4.27' de hesaplanmıştır.

S_{B1x} = 0.048

S_{B2x} = 0.808

$S_{B3x} = (34 \sum A_{w1x} + 22 \sum A_{w2x}) / W_s$

A_{w1x} = 8 x 0.25 x (3.7-0.8)= 5.80 m^2

A_{w2x} = 0

S_{B3x} = (34 x 5.8 x 10) / 2691 = 0.733

$$S_{BGX} = \frac{0.048^{2}}{0.048 + 0.808 + 0.733} + 0.808 + 0.733$$

S_{BGX} = 1.54 > 1.00

Y Doğrultusu

$S_{B1x} = S_{B1y}$ = 0.048

$S_{B2x} = S_{B2y}$ = 0.808

$S_{B3y} = (34 \sum A_{w1y} + 22 \sum A_{w2y})/W$

A_{w1y} = 8 x 0.25 x (6.15-0.8) = 10.70 m^2

A_{w2y} = 0

S_{B3y} = (34 x 10.70x 10) / 2691 = 1.352

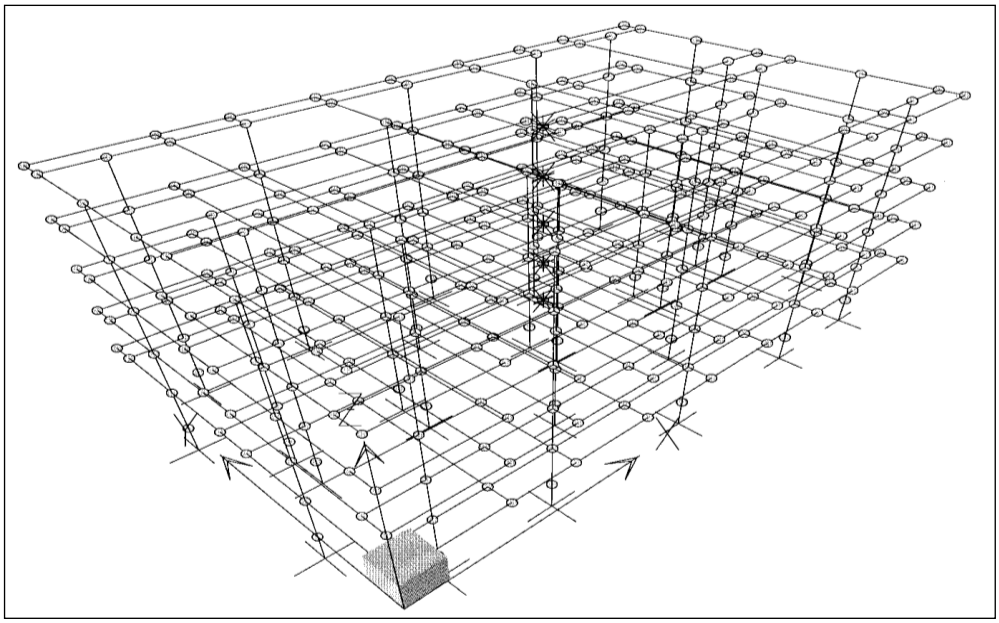
$$S_{BGY} = \frac{0.048^{2}}{0.048 + 0.808 + 1.352} + 0.808 + 1.352$$

S_{BGY} = 2.16 > 1.00

Zemin kat için S_{BG} sismik dayanım katsayısının her iki doğrultu için 1.0'dan büyük olması yapının depreme karşı kapasitesinin ampirik esaslı metoda göre oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

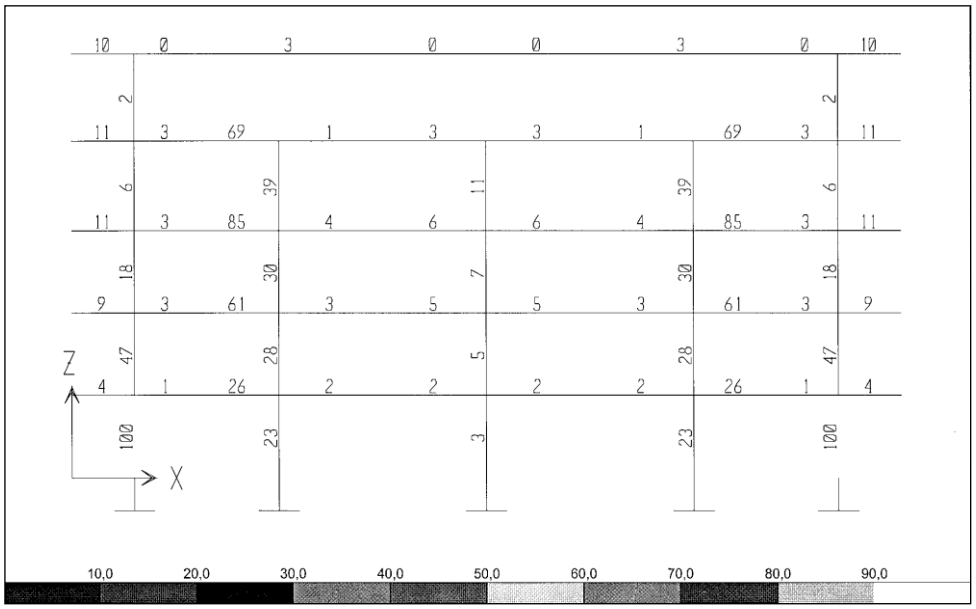
4.4.4. Analiz Ve Kesit Kapasite Tahkikleri

Güçlendirmeye Esas Sistem kesit iç kuvvetlerinin hesaplanabilmesi için ilk olarak taşıyıcı sistem SAP2000 programında modellenmiştir(Şekil-4.9). Güçlendirmeye Esas Sistem'in taşıyıcı sistemi çerçeve elemanlarından oluşmaktadır ve modellemede kolon, kiriş ve perdeler çubuk elemanlar olarak sisteme girilmiştir..ki EK-E17 Tablo-4.28' de zemin kattaki düşey taşıyıcı elemanların kesit özellikleri verilmiştir.Kirişlerin ve diğer katlardaki düşey taşıyıcı elemanların kesit özellikleri EK-E2 Tablo-3.7 deki gibidir.



Şekil-4.9 :Güçlendirmeye Esas Sistem Üç Boyutlu Mekanik Modeli

Mevcut yapıya ilave edilen perdeler ve kolon mantolamalarının yapının depreme dayanıklılığına etkisi aşağıdaki tahkiklerle saptanmıştır. Eğilme momenti, kesme kuvveti ve eksenel kuvvet dayanım tahkikleri mevcut yapıda en çok zorlanan zemin kat kolon ve perdelerine ve I.Kat kolonlarına uygulanmıştır. Şekil-4.10'da verilen enerji diyagramında da en çok zorlanan katın zemin kat olduğu görülmektedir. Kesitlerde farklı yükleme durumları için oluşan ve tahkiklerde kullanılan maksimum kuvvetler ve momentler . EK-E17 Tablo-4.29'da, EK-E18 4.30, 4.31, 4.32'de, EK-E19 4.33 ve 4.34'de Tablolanmıştır.



Şekil-4.10 :Güçlendirmeye Esas Sistem EX5 Yüklemesi Enerji Diyagramı

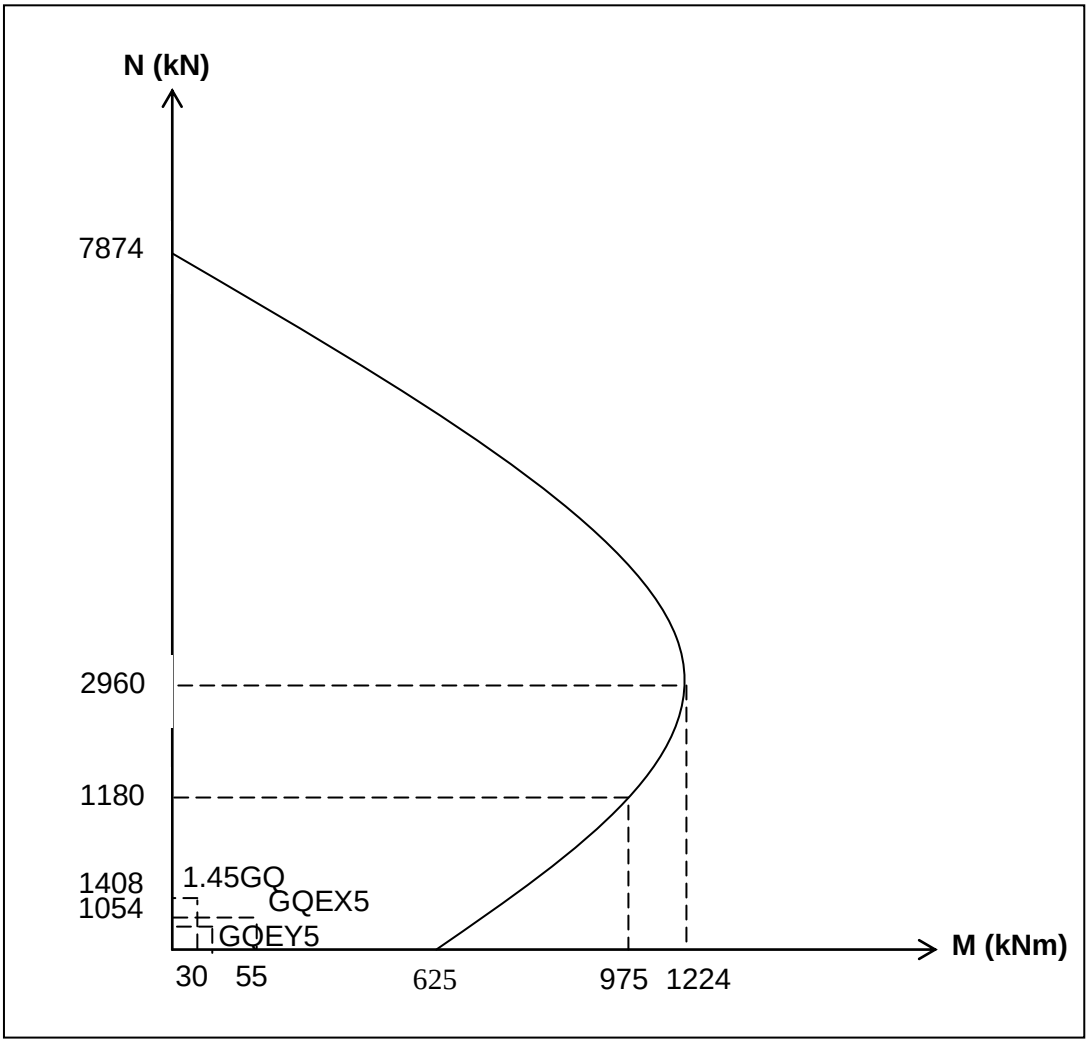
4.4.4.1. Eğilme Momenti Tahkiki

Zemin kat düşey taşıyıcı elemanların kapasite tahkikleri yapılırken iki ayrı program kullanılmıştır.Mantosuz kolonların tahkikleri algoritması Ek'te sunulan Fortran programıyla, mantolu kolonların ve perdelerin kapasite tahkikleri daha öncede belirtildiği üzere bu tezin danışmanı olan Prof.Dr.Zeki HASGÜR'ün oluşturduğu KESDONG adlı programdan istifade edilerek yapılmıştır.

Mantosuz kolonların eğilme moment tahkik sonuçları EK-E19 Tablo-4.35, EK-E20 Tablo 4.36, 4.38 ve EK-E21 Tablo-4.39 'da mantolu kolonların eğilme momenti tahkik sonuçları EK-E20 Tablo-4.37'de özetlenmiş ve mantolu kolonların normal kuvvet-eğilme momenti etkileşim diyagramı Şekil-4.11'de gösterilmiştir.

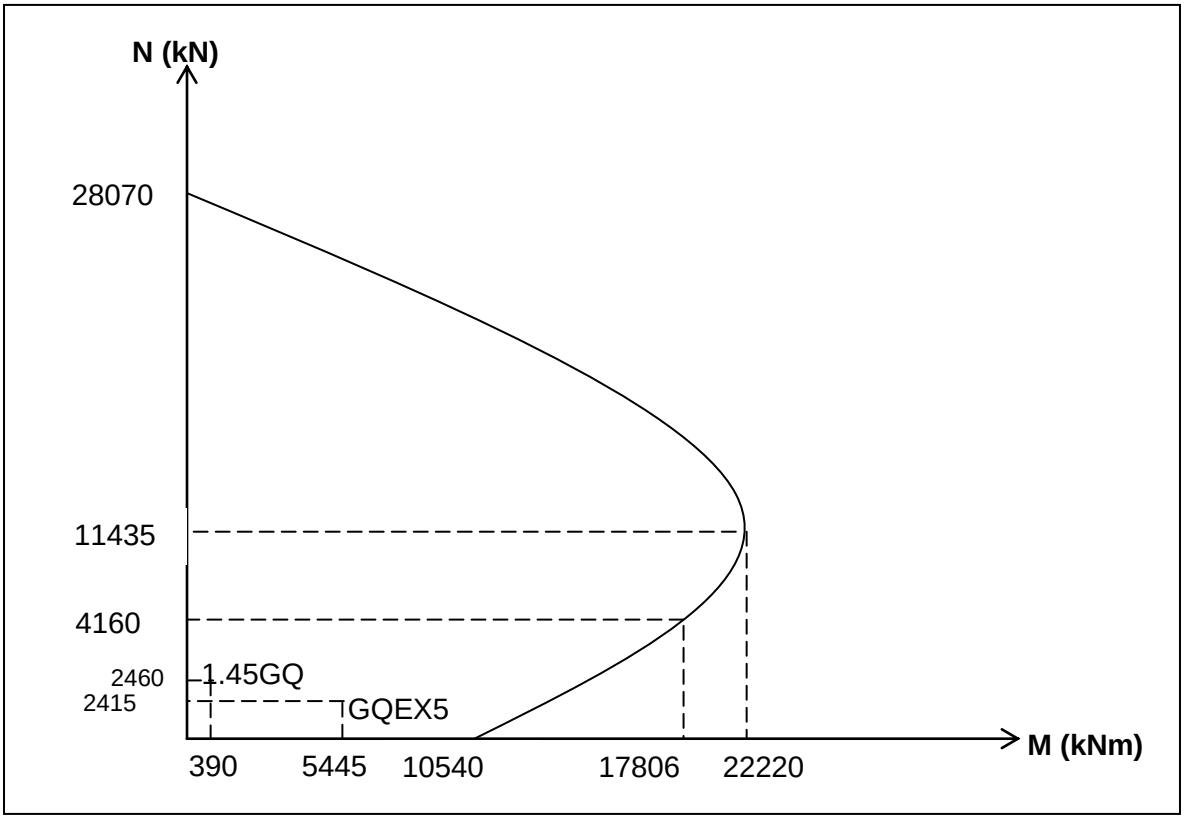
Mantolu kolonların kapasite tahkikleri yapılırken sadece manto kısmı dikkate alınmıştır.Yani çekirdek kısım dikkate alınmayarak kesit içi boş kutu kesit olarak dikkate alınmıştır.Programa kutu kesitin karakteristik bilgileri (kesit boyutları ,malzeme özellikleri, kesit geometrisi) girilmiştir.Girilen bu bilgilerle program kolon için bileşik eğilme etki yüzeyi sınır karakteristik değerlerini hesaplamıştır. Hesaplanan bu değerlerle normal kuvvet - eğilme momenti etkileşim diyagramı çizilmiştir.Son olarakta Sap2000 programından alınan beş farklı kombinasyon için alınan normal kuvvet-eğilme momenti çiftleri bu diyagramlarda noktasal olarak işaretlenmiş ve kesitlerin kapasitelerinin yeterli olduğu gösterilmiştir. Sonuçlar tablo ve diyagram halinde verilmiştir. Ayrıca örnek olması maksadıyla SZ30 (Sap2000 programında 3 nolu eleman) kolonunda 1,45GQ , GQEX5 ve GQEY5 yüklemelerinden meydana gelen normal kuvvet-eğilme momenti çiftleri diyagram üzerinde işaretlenmiştir.GQMEX5 ile GQEX5 ve GQMEY5 ile GQEY5 kombinasyonu yaklaşık etkiler verdiği için diyagram üzerinde gösterilmemiştir.

KESDONG programıından elde edilen değerler EK-E21 Tablo-4.40 veEK-E22 Tablo 4.41'de tablolanmıştır.Perdelerin normal kuvvet-eğilme momenti taşıma kapasitelerinin kontrolü yapılırken her iki doğrultuda çalışan perdeler için ayrı ayrı normal kuvvet-eğilme momenti etkileşim diyagramı çizilmiştir (Şekil-4.12, 4.13). Diyagramlar çizildikten sonra yükleme durumlarından elde edilen normal kuvvet-eğilme momenti çiftleri diyagramlarda işaretlenmiş ve kapasitelerinin yeterli olduğu görülmüştür.Örnekleme olması açısından X doğrultusunda uzanan perdelerden

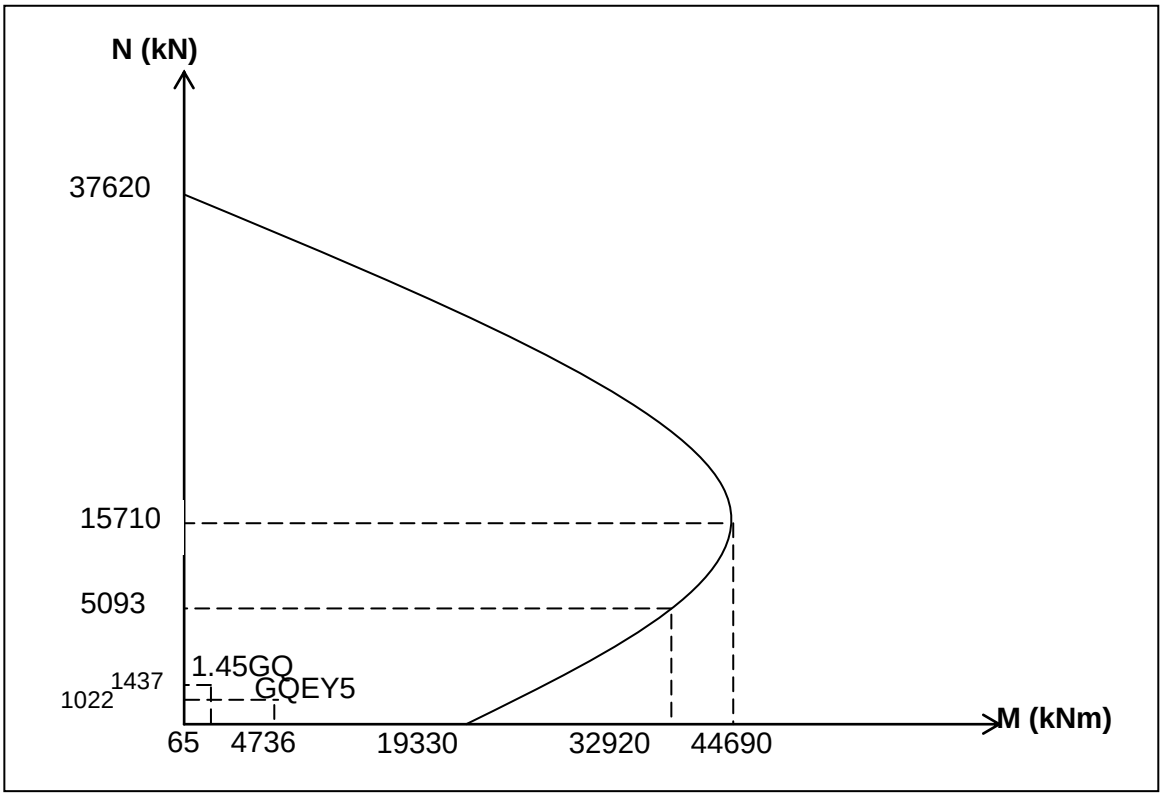


Şekil-4.11 :Mantolu Kolonların Normal Kuvvet-Eğilme Momenti Etkileşim Diyagramı

PZ33 (Sap2000 programında 1 nolu eleman) perdesi 1,45GQ ve GQEX5 yüklemeleri, normal kuvvet-eğilme momenti çiftleri diyagram üzerinde işaretlenmiştir.GQMEX5 kombinasyonu GQEX5 kombinasyonu ile yaklaşık sonuç verdiği için GQMEY5 ve GQEY5 kombinasyonlarıda perdeler X doğrultusunda çalıştığı için dikkate alınmamıştır.Aynı şekilde Y doğrultusunda uzanan perdelerden PZ50 (Sap200 programında 6 nolu eleman) perdesi 1,45GQ ve GQEY5 yüklemeleri, normal kuvvet-eğilme momenti çiftleri diyagram üzerinde işaretlenmiştir.GQMEY5 kombinasyonu GQEY5 kombinasyonu ile yaklaşık sonuç verdiği için, GQMEX5 ve GQEX5 kombinasyonları da perdeler Y doğrultusunda çalıştığı için dikkate alınmamıştır.



Şekil-4.12 :Perdelerin Normal Kuvvet-Eğilme Momenti Etkileşim Diyagramı
(X Doğrultusunda)



Şekil-4.13 :Perdelerin Normal Kuvvet-Eğilme Momenti Etkileşim Diyagramıı
(Y Doğrultusunda)

4.4.4.2. Kesme Kuvveti Tahkiki

Kesme kuvvetine ait kolon ve perdelere gelen kesme kuvvet tahkik sonuçları EK-E22 ve E24 arasında Tablo-4.42 ve 4.49'da sunulmuştur.

4.4.4.3. Eksenel Kuvvet Tahkiki

Eksenel kuvvete ait kolon ve perdelere gelen eksenel kuvvet tahkik sonuçları EK-E25 ve E26 arasında Tablo-4.50 ve 4.54'de sunulmuştur.

4.4.4.4. Göreli Kat Ötelemeleri Ve Tahkiki

Aşağıdaki Tablo-4.55 ve 4.56' da görüleceği üzere güçlendirilmiş sistemde katların göreli ötelemeleri her iki doğrultu ve her iki limit durumu için uygundur.

Tablo-4.55 :Güçlendirmeye Esas Sistem X Doğrultusu Göreli Kat Ötelemeleri

KAT	h_i (m)	δ (m)	$\Delta = \delta_i - \delta_{i-1}$ (m)	Δ / h_i	LİMİT 1 (0.02/R)	LİMİT 2	DURUM
ÇATI	2.90	0.0020	0.0005	$1.72x10^{-4}$	0.0033	0.0035	UYGUN
3	3.00	0.0015	0.0005	$1.67x10^{-4}$	0.0033	0.0035	UYGUN
2	2.75	0.001	0.0005	$1.45x10^{-4}$	0.0033	0.0035	UYGUN
1	2.75	0.0005	0.0003	$1.09x10^{-4}$	0.0033	0.0035	UYGUN
ZEMİN	2.75	0.0002	0.0002	$0.73x10^{-4}$	0.0033	0.0035	UYGUN

Tablo-4.56 : Güçlendirmeye Esas Sistem Y Doğrultusu Göreli Kat Ötelemeleri

KAT	h_i (m)	δ (m)	$\Delta = \delta_i - \delta_{i-1}$ (m)	Δ / h_i	LİMİT 1 (0.02/R)	LİMİT 2	DURUM
ÇATI	2.90	0.0008	0.0002	$0.69x10^{-4}$	0.0033	0.0035	UYGUN
3	3.00	0.0006	0.0002	$0.67x10^{-4}$	0.0033	0.0035	UYGUN
2	2.75	0.0004	0.0002	$0.73x10^{-4}$	0.0033	0.0035	UYGUN
1	2.75	0.0002	0.0001	$0.36x10^{-4}$	0.0033	0.0035	UYGUN
ZEMİN	2.75	0.0001	0.0001	$0.36x10^{-4}$	0.0033	0.0035	UYGUN

5. GÜÇLENDİRMEYE ESAS SİSTEMDE TEMEL BOYUTUNUN BELİRLENMESİ

Temel ile ilgili çalışma ve hesaplamalarda gerek mevcut temel hakkında herhangi bir bilgi olmadığı gerekse temel hakkında bilgi elde etme imkanı olmadığı için mevcut temel dikkate alınmamıştır.Hesaplama ve tetkiklere bina temel alanının yeterli olup olmadığının tetkikiyle başlanmıştır.Bina temel alanının yeterli olmasıyla yapıya her iki doğrultuda uzanan sürekli temel sistemi uygulanması düşünülmüş.Seçilen temel genişliği için her iki doğrultuda ve her aksta temel tabanında gerilme kontrolleri yapılmış ve Y doğrultusunda uzanan perdelerin bulunduğu akslarda sürekli temel genişliklerinin artırılmasıyla temel tabanında çekme gerilmesi oluşması önlenememiştir.Dolayısıyla yapıya en uygun temel sisteminin radye temel sistemi olacağı sonucuna varılmıştır.

5.1. Bina Alanının Yeterliliğinin Kontrolü

Öncelikle normal kuvvet ve momentler her iki doğrultuda ve her kombinazonda bina oturma alanının geometri merkezine taşınmıştır. Normal kuvvetler ve eğilme momentleri geometri merkezine indirgendikten sonra rijit kabule göre gerilme kontrolleri yapılmıştır. Aşağıda sırasıyla 1.45GQ ve GQEX5 kombinazonu için yapılan bu hesap ve kontroller detaylarıyla verilmiş , diğer üç kombinasyonun hesap sonuçlarıda EK-E Tablo-5.1.'de verilmiştir.

Kullanılan simge ve formüller;

$\sigma_{zem\text{-}em}$=0,2 MPa :Zemin emniyet gerilmesi.

ΣN :Kolon ve perde tabanında oluşan eksenel kuvvetlerin toplamı

$\Sigma M_X=\Sigma M_{NX} + \Sigma M_{MX}$:Geometri merkezine taşınmış X doğrultusu eğilme momenti.

$\Sigma M_Y=\Sigma M_{NY} + \Sigma M_{MY}$:Geometri merkezine taşınmış Y doğrultusu eğilme momenti.

$\Sigma M_{NX}=\Sigma N_i \times X_i$:Eksenel kuvvetlerin geometri merkezine taşınmasıyla X doğrultusunda oluşan momentlerin toplamı.

$\Sigma M_{NY}=\Sigma N_i x Y_i$:Eksenel kuvvetlerin geometri merkezine taşınmasıyla Y doğrultusunda oluşan momentlerin toplamı

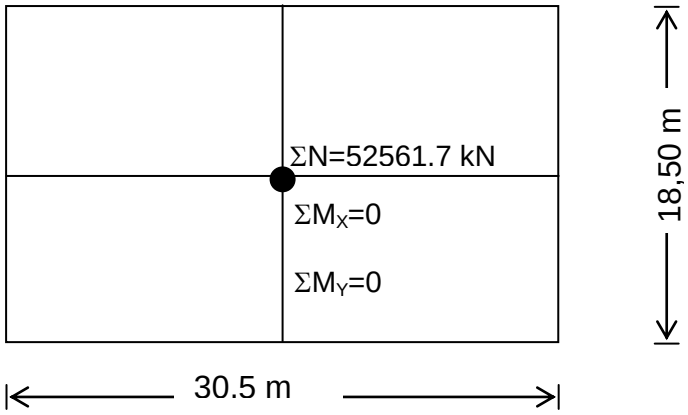
ΣM_{MX} :X doğrultusunda kolon ve perde alt uçlarında oluşan eğilme momentlerinin toplamı.

ΣM_{MY} :Y doğrultusunda kolon ve perde alt uçlarında oluşan eğilme momentlerinin toplamı.

$$\sigma_{max}=\frac{\Sigma N}{A}+\frac{\Sigma Mx}{Ix}x\frac{X}{2}+\frac{\Sigma My}{Ix}x\frac{Y}{2}$$

$$\sigma_{min}=\frac{\Sigma N}{A}-\frac{\Sigma Mx}{Ix}x\frac{X}{2}-\frac{\Sigma My}{Ix}x\frac{Y}{2}$$

1.45GQ KOMBİNASYONUNDA;



A=564m^2

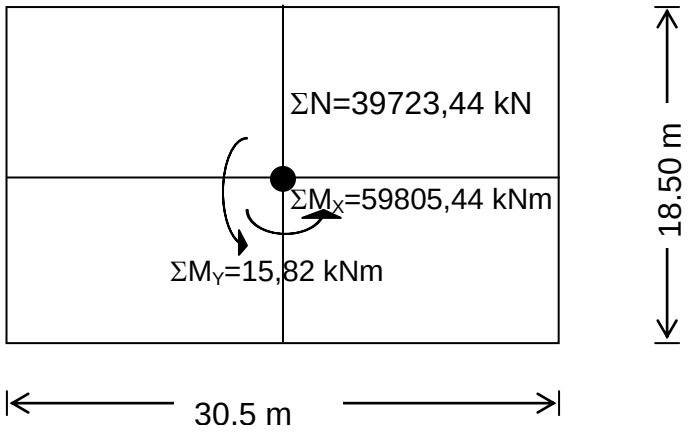
I_x=43741 m^4

I_Y=16093 m^4

$\sigma_{max}=\sigma_{min}=\frac{52561,7}{564}$ =0,093 MPa < σ_{zem-em}=0,2 MPa

Bina oturma alanı 1,45GQ yükleme durumu için yeterlidir.

GQEX5 Kombinasyonunda;



A=564 m^2

I_x=43741 m^4

I_Y=16093 m^4

$$\sigma_{max}=\frac{39723\ ,44}{564}+\frac{59805\ ,44}{43741}\ x\ \frac{30\ ,5}{2}+\frac{15\ ,82}{16093}\ x\ \frac{18\ ,50}{2}=0{,}091\ \text{MPa} < \sigma_{zem\text{-}em}=0{,}2\ \text{MPa}$$

$$\sigma_{min}=\frac{39723\ ,44}{564}-\frac{59805\ ,44}{43741}\ x\ \frac{30\ ,5}{2}-\frac{15\ ,82}{16093}\ x\ \frac{18\ ,50}{2}=0{,}049\ \text{MPa (Basınç)}$$

Bina oturma alanı GQEX5 yükleme durumu için yeterlidir.

Tablo-5.1. Bina Temel Alanının Yeterliliğinin Kontrolü İçin Yapılan Hesap Sonuçları

KOMBİNASYON	ΣN (kN)	ΣM_X (kNm)	ΣM_Y (kNm)	σ_{max} (MPa)	σ_{min} (MPa)	SONUÇ
1.45GQ	52561,7	-----	-----	0,093	0,093	YETERLİ
GQEX5	39723,44	59805,44	15,82	0,091	0,049	YETERLİ
GQEY5	39723,5	168,75	13737	0,078	0,062	YETERLİ
GQMEX5	40435,76	3450	156	0,073	0,070	YETERLİ
GQMEY5	39722	155,52	13416	0,078	0,063	YETERLİ

5.2. Her İki Doğrultuda Uzanan Sürekli Temel Boyutlandırması

5.1.'de yapı oturma alanının yeterliliğinin tahkikinden sonra 5.2.'de temel sistemi olarak ekonomik ve emniyetli olmak kaydıyla her iki doğrultuda uzanan sürekli temel sistemi tahkikleri yapılmış , tahkikin sağlanamadığı durumlarda temel genişliği arttırılarak hesaplar tekrarlanmıştır. Tahkik sonuçları sağlanana kadar çözüme devam edilmiş çözümün sağlanamaması veya sağlanan çözümün ekonomik olmaması durumlarında temel sistemi değiştirilerek radye temel sistemine geçilmiştir.

5.2.1. X Doğrultusunda Uzanan Sürekli Temeller

A-A VE D-D AKSLARINDA;

Seçilen temel kalınlığı(t):0,40 m

Seçilen temel genişliği(b):2 m

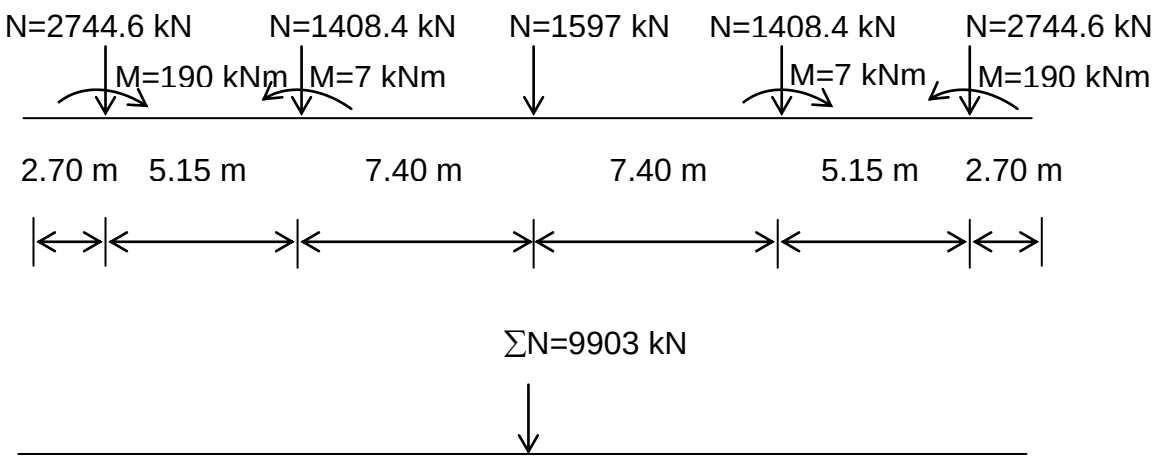
Temel boyu (L) :30.5 m

A=61 m^2

I=4728.8 m^4

Betonarme birim hacim ağırlığı(γ):25 kN/m^3

1.45GQ Kombinasyonunda;



$$\sigma_{max}=\sigma_{min}=\frac{9903}{61}+25\times0,40=0,172\ MPa<\sigma_{zem-em}=0,2\ MPa$$

Seçilen temel genişliği 1.45GQ kombinazonu için yeterlidir.Diğer kombinazonlara ait hesap sonuçları Tablo-5.2' de özetlenmiştir.

Tablo-5.2. A-A ve D-D Akslarındaki Sürekli Temel Boyutlarının Yeterliliğinin Kontrolü İçin Yapılan Hesap Sonuçları

KOMBİNASYON	ΣN (kN)	ΣM (kNm)	σ_{max} (MPa)	σ_{min} (MPa)	SONUÇ
1.45GQ	9903	-----	0,172	0,172	YETERLİ
GQEX5	6829	2171	0,129	0,115	YETERLİ
GQEY5	7648	1537	0,140	0,130	YETERLİ
GQMEX5	6829	2171	0,129	0,115	YETERLİ
GQMEY5	7648	1537	0,140	0,130	YETERLİ

B-B ve C-C Akslarında;

Bu iki aks arasındaki açıklık yeterli olmadığı için bu iki aksın altına x doğrultusunda uzanan tek bir sürekli temel düşünülmüştür.

Seçilen temel kalınlığı(t):0,40 m

Seçilen temel genişliği(b):3,75 m

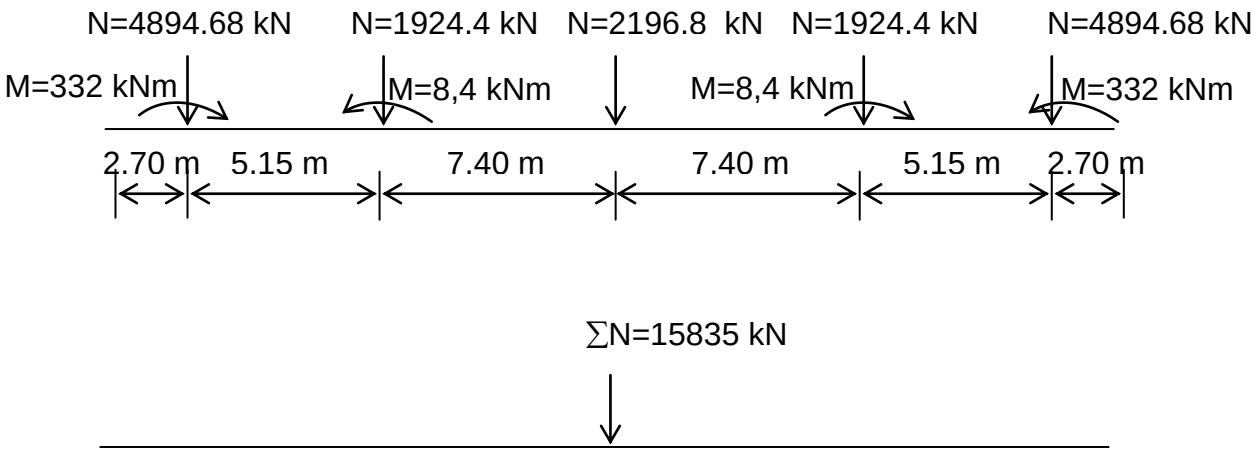
Temel boyu (L) :30.50 m

A=114 m^2

I=8866m^4

Betonarme birim hacim ağırlığı(γ):25 kN/m^3

1.45GQ Kombinasyonunda;



$$\sigma_{max}=\sigma_{min}=\frac{15835}{114}+25\,x\,0{,}40=0{,}149\ MPa<\sigma_{zem\text{-}em}=0{,}2\ MPa$$

Seçilen temel genişliği 1.45GQ kombinazonu için yeterlidir.

Tablo-5.3. C-C ve B-B Akslarındaki Sürekli Temel Boyutlarının Yeterliliğinin Kontrolü İçin Yapılan Hesap Sonuçları

KOMBİNASYON	ΣN (kN)	ΣM (kNm)	σ_{max} (MPa)	σ_{min} (MPa)	SONUÇ
1.45GQ	15835	-----	0,149	0,149	YETERLİ
GQEX5	10920,5	5158,5	0,110	0,089	YETERLİ
GQEY5	10924	7	0,106	0,106	YETERLİ
GQMEX5	10920,5	5158,5	0,110	0,089	YETERLİ
GQMEY5	10924	7	0,106	0,106	YETERLİ

5.2.2. Y Doğrultusunda Uzanan Sürekli Temeller

1-1 VE 9-9 Akslarında;

Seçilen temel kalınlığı(t):0,40 m

Seçilen temel genişliği(b):2 m

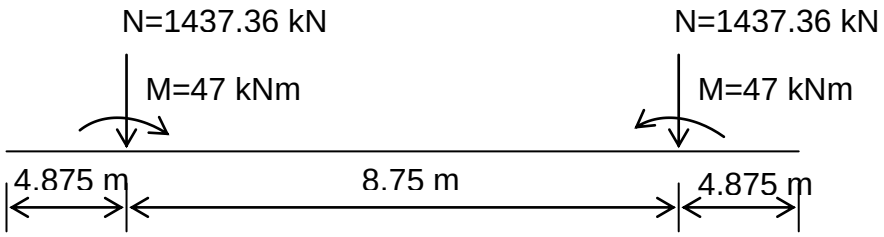
Temel boyu(L) :18,50 m

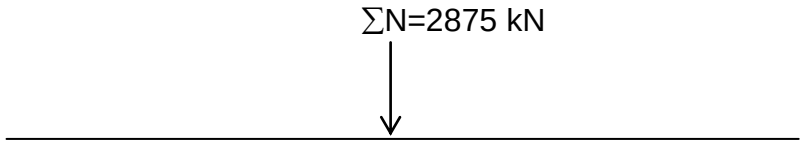
A=37m^2

I=1055 m^4

Betonarme birim hacim ağırlığı(γ):25 kN/m^3

1.45GQ Kombinasyonunda;



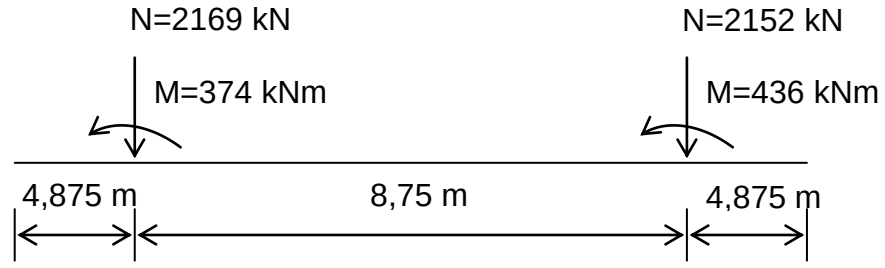


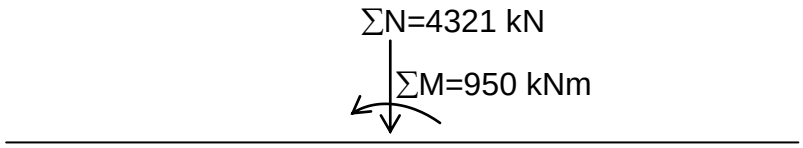
$\sigma_{max}=\sigma_{min}=\frac{2875}{37}+25\,x\,0,40=0,078\ MPa<\sigma_{zem\text{-}em}=0,2\ MPa$

Seçilen temel boyutları 1.45GQ kombinasyonu için yeterlidir.

GQEX5 ve GQMEX5 Kombinasyonlarında;

Bu iki kombinasyona göre hesaplarda daha büyük eğilme momenti verdiği için GQEX5 kominasyonundaki eğilme momentleri ve normal kuvvetler kullanılmıştır.





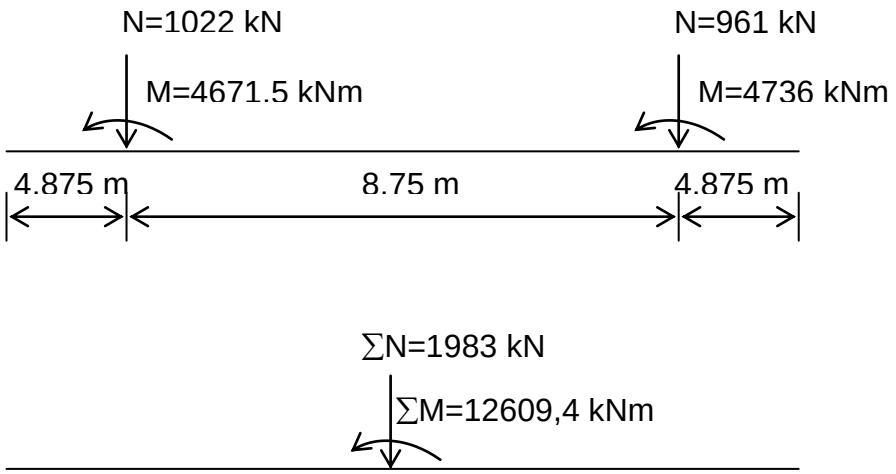
$\sigma_{max}=\frac{4321}{37}+\frac{950}{1055}\,x\,\frac{18,50}{2}+25\,x\,0,40=0,135\ MPa<\sigma_{zem\text{-}em}=0,2\ MPa$

$$\sigma_{min}=\frac{4321}{37}-\frac{950}{1055}\,x\,\frac{18,50}{2}+25\,x\,0,40 \;=0,118\ \text{MPa (Basınç)}$$

Seçilen temel boyutları GQEX5 ve GQMEX5 kombinasyonları için yeterlidir.

GQEY5 ve GQMEY5 Kombinasyonlarında;

Bu iki kombinasyona göre hesaplarda daha büyük eğilme momenti verdiği için GQEY5 kominasyonundaki eğilme momentleri ve normal kuvvetler kullanılmıştır.



$$\sigma_{max}=\frac{1983}{37}+\frac{12609\ ,4}{1055}\,x\,\frac{18,50}{2}+25\,x\,0,40 \;=0,174\ \text{MPa} < \sigma_{zem\text{-}em}=0,2\ \text{MPa}$$

$$\sigma_{min}=\frac{1983}{37}-\frac{12609\ ,4}{1055}\,x\,\frac{18,50}{2}+25\,x\,0,40 \;=-0,047\ \text{MPa (Çekme)}$$

Hesaptan da görüldüğü gibi temel tabanında maksimum gerilme zemin emniyet gerilmesi değerini aşmamış ancak, minimum gerilmenin, çekme gerilmesi olduğu görülmüştür. Burada bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için yapılabilecek öncelikle temel taban genişliğinin arttırılarak hesapların tekrarlanmasıdır. Yapılacak iterasyonlar sonucunda çözüme ulaşılamazsa temel tipi değiştirilecektir.Aşağıda işlemler sırasıyla verilmiştir.

b= 3 m için ;

A=55,5 m^2

I=1583 m^4

$$\sigma_{max}=\frac{1983}{55,5}+\frac{12609,4}{1583}\,x\,\frac{18,50}{2}+25\,x\,0,40 = 0,119\ MPa < \sigma_{zem\text{-}em}=0,2\ MPa$$

$$\sigma_{min}=\frac{1983}{49,35}-\frac{12609,4}{1583}\,x\,\frac{18.50}{2}+25\,x\,0,40 = -0,028\ MPa\ (Çekme)$$

b=3 m için maksimum gerilme zemin emniyet gerilmesinin altına düşürülmüştür fakat minimum gerilme yine çekme gerilmesidir. b=4 m alınarak hesaplar tekrarlanacaktır.

b=4 m için ;

A=74 m^2

I=2110 m^4

$$\sigma_{max}=\frac{1983}{74}+\frac{12609,4}{2110}\,x\,\frac{18,50}{2}+25\,x\,0,40 = 0,092\ MPa < \sigma_{zem\text{-}em}=0,2\ MPa$$

$$\sigma_{min}=\frac{1983}{74}-\frac{12609,4}{2110}\,x\,\frac{18,50}{2}+25\,x\,0,40 = -0,018\ MPa\ (Çekme)$$

Yapılan üç ardaşık iterasyon sonucundada görüldüğü gibi temel genişliğinin arttırılmasıyla temel tabanındaki basınç bölgesinde oluşan gerilme değeri zemin emniyet gerilmesinin altında kalmış fakat temel tabanının diğer tarafında çekme gerilmesi oluşması önlenememiştir.Bundan sonra temel genişliğinin arttırılması ekonomikliğini kaybedeceği için temel sisteminin değiştirilmesi daha uygun birçözüm yolu olacaktır. Yapılacak temel sisteminin emniyetli ve ekonomik olması koşulları göz önünde bulundurularak temel sisteminin radye temel sistemi olması kararı verilmiştir.

5.3. Radye Temel Boyutlandırması

Bu kısımda radye temelin ön boyutlandırması yapılırken tek tek her kombinazon için hesap yapılmayacaktır.Tahkik sadece 5.1.'de bina oturma alanının yeterliliği tahkik

edilirken maksimum basınç gerilmesinin oluştuğu kombinasyon dikkate alınarak yapılacaktır.Bu yük kombinazonu da 1.45GQ yük kombinasyonudur.

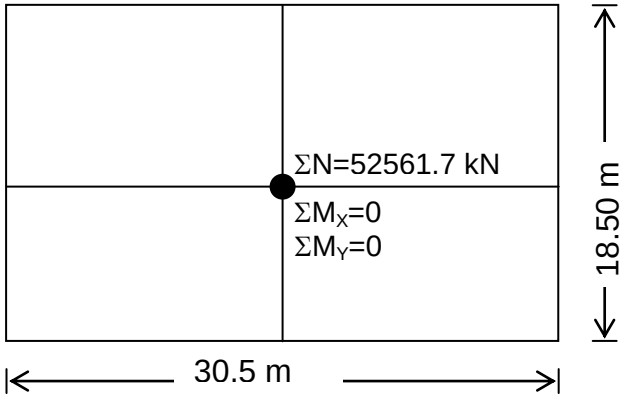
Seçilen Radye Kalınlığı(t) : 0,40 m

X doğrultusunda(b_x) : 30,50 m

Y doğrultusunda(b_y) : 18,50 m

Betonarme birim hacim ağırlığı(γ):25 kN/m^3

1.45GQ Kombinasyonunda;



A=564m^2

I_x=43741 m^4

I_Y=16093 m^4

$\sigma_{max}=\sigma_{min}=\frac{52561,7}{564}+25x0,40=0,103$ MPa < σ_{zem-em}=0,2 MPa

Radye temel için seçilen plan boyutları yeterlidir.Seçilen radye temel kalınlığının zımbalama tahkikini sağlayıp sağlamadığını kontrol için en kritik olarak PZ17 perdesi seçilmiş ve zımbalama durumunun oluşmadığı tespit edilmiştir (V_{pr}=5152 kN>V_{pd}=4251 kN). Dolayısıyla seçilen 40 cm temel kalınlığı uygundur.

6. GÜÇLENDİRME ÇALIŞMALARI SONUCUNDA YAPININ DİNAMİK KARAKTERİSTİKLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ

Bu bölümde yapının, güçlendirme çalışmaları sonucunda dinamik karakteristiklerinde meydana gelen değişiklikleri, Taşıyıcı sistem karşılaştırması ve Dinamik Hesap karşılaştırması ana başlıkları altında değerlendirilmesi yapılacaktır.

6.1. Taşıyıcı Sistem Karşılaştırması Moment Diagramları Normal Kuvvet Diagramları İle Peryot Ve Deplasman Başlıkları Altında İncelenmiştir

6.1.1. Moment Diyagramlarının Karşılaştırılması

Burada yapıya yapılan güçlendirmenin taşıyıcı elemanlardaki moment dağılımını nasıl değiştirdiğinin görülmesi maksadıyla mevcut ve güçlendirmeye esas sistemde X doğrultusunda D-D aksında GQEX5 ve Y doğrultusunda 1-1 aksında GQEY5 yükleme durumları için ayrı ayrı moment diyagramları çizilmiştir.Çizimler sonucunda güçlendirmeyle birlikte eğilme momenti dağılımının değiştiği , kolonlardaki eğilme momentlerinin azaldığı ve eğilme momentlerini yapıya ilave edilen perdelerin aldığı görülmüştür. (EK-F1 Şekil-6.1 ve 6.2)

Görüldüğü gibi mevcut yapıda kolonlarda oluşan eğilme momentleri daha büyüktür. Yapıya ilave edilen perdelerin deprem yüklerini önemli ölçüde aldığı bu diyagramlardan açıkça gözlenmektedir.

6.1.2. Normal Kuvvet Diyagramlarının Karşılaştırılması

Bu başlık altında, yapılan güçlendirme sonucu kolonlardaki normal kuvvet dağılımlarının ve kolon kapasitelerinin değişimi incelenmektedir.

Bu amaçla mevcut yapıda ve güçlendirmeye esas yapıda D-D akslarında 1.45GQ yükleme durumu için düşey taşıyıcı elemanların normal kuvvet diyagramları çizilmiş (EK_F2 Şekil-6.3) ve normal kuvvet dağılımındaki değişim ile kapasite değişimi gözlemlenmiştir.

Görüldüğü gibi yapılan takviye ve mantolar kolonların taşıma kapasitesini arttırmıştır.

6.1.3. Peryot Ve Deplasmanların Karşılaştırılması

Peryot ve deplasman, yapıların ve taşıyıcı sistemlerin rijitliği hakkında bize bilgi veren karakteristiklerdir.Yapıların rijitliklerinin artmasıyla titreşim peryotları ve yer değiştirme kapasiteleri azalmaktadır.Burada mevcut yapıya ve güçlendirmeye esas sisteme ait peryot ve mod şekilleri çizilmiş yatay yükler altındaki yerdeğiştirmeler şekilsel olarak gösterilmiştir (EK-F2 Şekil-6.4, EK-F3 Tablo-6.5, 6.6, EK-F4 Tablo-6.7 ve 6.8). Gösterim sonucunda yapılan güçlendirmenin taşıyıcı sistemin rijitliğinde meydana getirdiği değişiklik vurgulanmıştır.Ayrıca rijitliğin arttığını ifade eden göreli kat ötelemeleri de Tablo-6.1 ve 6.2' de özetlenmiştir.

Tablo-6.1 : Mevcut ve Güçlendirilmiş Yapı Göreli Kat Ötelemeleri (X Doğrultusu)

KAT	$\Delta = \delta_i - \delta_{i-1}$ (m)	
	MEVCUT YAPI	GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPI
ÇATI	0.0036	0.0005
3	0.0035	0.0005
2	0.0039	0.0005
1	0.0043	0.0003
ZEMİN	0.0031	0.0002

Tablo-6.2 : Mevcut ve Güçlendirilmiş Yapı Göreli Kat Ötelemeleri (Y Doğrultusu)

KAT	$\Delta = \delta_i - \delta_{i-1}$ (m)	
	MEVCUT YAPI	GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPI
ÇATI	0.0042	0.0002
3	0.0037	0.0002
2	0.0040	0.0002
1	0.0045	0.0001
ZEMİN	0.0032	0.0001

Peryot ve deplasman şekillerinden de görüldüğü gibi yapılan mantolar ve ilave perdeler sonucunda yapıda titreşim peryotları ve yer değiştirmeler azalmıştır. Dolayısıyla yapılan güçlendirme yapının rijitliğini arttırmaktadır. EK-F4 Şekil-6.7 ve 6.8' de açıkça görüleceği üzere mevcut yapı kat yer değiştirmelerinde kesme tipi

yapı davranışı göstermekle birlikte, taşıyıcı sisteme perde duvar eklenerek yapılan güçlendirme neticesinde eğilme tipi yapı özelliğine sahip olmuştur.

6.2. Dinamik Hesap Karşılaştırması

Dinamik hesapların karşılaştırılması Güçlendirme Çalışmaları I.Alternatif Sistem ve Güçlendirmeye Esas Sistem arasında yapılmıştır.Bu amaçla her iki sistemin peryot ve mod şekilleri ile perde tabanlarında meydana gelen devrilme momentleri karşılaştırılmıştır.

6.2.1 Mod Şekilleri ve Peryotların Karşılaştırılması

Mod şekilleri ve peryotların karşılaştırılması için her iki sistemde de Sap2000'de yapılan dinamik analiz (ilk 3 mod) sonucu elde edilen mod şekilleri ve bu modların peryotları kullanılmıştır.Şekilsel olarak . EK-F5 Şekil-6.9, 6.10, EK-F6 Şekil-6.11'de verilen ve peryotları sn olarak belirtilen mod şekillerinden de anlaşılabileceği gibi ; Güçlendirmeye Esas Sistem I.Alternatif Sistem'den daha rijittir.Çünkü incelenen her 3 modda da periyotları I.alternatif sistemin peryotlarından küçüktür.(Tablo-6.3)

Tablo-6.3 : Mevcut ve güçlendirilmiş yapı peryotları

SİSTEM	PERYOT (T) (sn)		
	MOD1	MOD2	MOD3
MEVCUT YAPI	0,54	0,52	0,21
GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPI	0,15	0,10	0,04

6.2.2 .Taban Devrilme Momentlerinin Karşılaştırılması

Burada 4.2.2.'de I.Alternatif Sistem ve 4.4.2.3.'de de Güçlendirmeye Esas Sistem için hesapları ve tahkikleri verilen taban devrilme momentleri karşılaştırılmış ve sonuçları ortaya koyulmuştur.

- I.Alternatif Sistemde

4.2.2.'den ;

$\sum M_{IX}$ = 35213 kNm

$\sum M_{IY}$ = 43647 kNm

$\sum M_{0}$ = 55356 kNm

- Güçlendirmeye Esas Sistemde

4.4.2.3.'den ;

$\sum M_{IX}$ = 43781 kNm

$\sum M_{IY}$ = 48175 kNm

$\sum M_{0}$ = 60995 kNm

Sonuçlardan da görüldüğü gibi hem X doğrultusunda ,hem Y doğrultusunda perde tabanındaki devrilme momentleri ve hem de yatay yüklerden oluşan devrilme momenti güçlendirmeye esas sistemde daha büyüktür.Bu da güçlendirmeye esas sistemdeki ilave perdelerin boyut ve yerlerinin doğru seçildiğini göstermektedir.

Tablo-6.1 ve 6.2'den de görüldüğü gibi yapının rijitliğinin artmasıyla birlikte yapının şekil değiştirme kapasitesi önemli ölçüde azalmış peryot ve göreli kat ötelemeleri önemli ölçüde küçülmüştür. Bu durumda taşıyıcı elemanların sünek davranışını sağlamak için bu elemanların donatılandırılması, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te belirtilen sünek tasarım ilkelerine uyularak yapılmıştır. Projenin uygulanması durumunda bu elemanların donatı aplikasyonları yapılırken bu hususlara dikkat edilmeli ve aplikasyon projede verilen detaylara uyularak yapılmalıdır.

Deprem perdelerinin ilave edilmesi ve dış kolonların mantolanmasıyla yapıda yatay yük dağılımı değişmiş ve deprem yüklerinin çoğu perdelere taşıttırılmıştır. Yapılan devrilme momenti tahkikiyle de bu durum gösterilmiştir. Deprem yüklerinin çoğunu perdelerin almasıyla kolonlardaki kesme kuvveti, eğilme momenti ve normal kuvvet değerlerinde belirgin bir azalma olmuştur. Mevcut durumda kesit ve donatı bakımından yetersiz olan bu elemanlar (dış akslardaki kolonlarda mantolama ile) kesme kuvveti, eğilme momenti ve normal kuvvet bakımından yeterli hale getirilmişlerdir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmasında yapının güçlendirilmesi ağırlıklı olarak incelendiği için, bu kısımda daha çok mevcut yapının güçlendirilmiş yapıyla karşılaştırılıp değerlendirilmesi yapılacak ve öneriler ayrıca ele alınacaktır. Konu ile ilgili sonuç ve öneriler aşağıdaki paragraflarda sunulmuştur.

Mevcut yapının analiz ve tahkiklerinde düşey taşıyıcı elemanların yatay yüklere karşı taşıma kapasitelerinin yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır. Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için yapıya güçlendime yapılmasına karar verilmiştir.

Bahse konu binanın yapısal analizinde ayrıca Japonya Mimarlık Enstitüsü (AIJ)' nce verilen ampirik esaslı iki pratik yönteme (S_{BG} indisleri ve σ yöntemi) yer verilmiş olup bu yöntemler ile yapının depreme karşı dayanımının zayıf olduğu ve güçlendirme gereğini ortaya koymuş, yapısal analiz sonuçlarının da bununla uyumlu olduğu görülmüştür.

Mevcut yapının deprem güvenliğinin sağlanması için yapıya güçlendirme yapılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla yapıya yeni düşey taşıyıcı perde elemanlar ilave etme ve taşıma kapasitesi düşük betonarme kolon elemanlara mantolama yapılması yöntemi üzerinde durulmuştur. Söz konusu yöntemle oluşturulan pek çok taşıyıcı sistem seçeneği irdelenmiş ve sonuçta tüm tahkik ve analizleri sağlayan sistem güçlendirme projesi olarak detaylandırılarak projelendirilmiştir.

Güçlendirme projesinde ve taşıyıcı sistem seçenekleri olarak irdelenen diğer sistemlerde yapının olanaklı ölçüde burulma düzensizliği oluşturmayacak şekilde güçlendirilmesine dikkat edilmiştir. İlave perdeler yerleştirilirken ve kolonlara mantolama yapılırken bu hususa titizlikle uyulmuştur.

Ayrıca yeni ilave perdelerin ve mantoların yapıda düşey doğrultuda ani rijitlik ve dayanım değişikliği oluşturmamasına da özen gösterilmiş, bu tür olumsuzluklar oluşturabilecek tasarımlardan kaçınılmıştır.

Sonuçta güçlendirmeye esas sistem, her iki doğrultuda sekizer adet deprem perdesi ilavesi ($\frac{\Sigma A_{gx}}{\Sigma A_p} = 0.011$, $\frac{\Sigma A_{gy}}{\Sigma A_p} = 0.017$) ve dış akslardaki kolonların betonarme mantolarla mantolanması şeklinde oluşturulmuştur.

Yapıya gelen yatay deprem yükleri hesaplanırken yapının çerçeve sistemine süneklik düzeyi yüksek güçlendirme perdeleri ilave edilmesi ile yapı karma sistem olarak değerlendirlmiş ve deprem yükü azaltma katsayısı R=6 olarak alınmıştır.Daha sonra devrilme moment tahkiklerinde $\alpha>2/3$ sağlanarak R=6 değerinin uygun olduğu ve değiştirilmesine gerek olmadığı belirlenmiştir.

Kullanılan KESDONG programı ile mantolanmış kolon-perde sisteminin karşılıklı etki diyagramları çizildiğinde mevcut normal kuvvet düzeyinin (n=0,10 ~ 0,36 < 0,5) perdenin sünek davranış göstermesine yönelik olarak, çekmeli – kırılma bölgesinde yer aldığı görülmüştür.

Yüksek süneklikte boşluksuz güçlendirme perdelerinin H_{cr} = 5,5 ~ 8,5 m boyunca (bodrum hariç) başlık ve gövde donatılarının 1997 tarihli Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmeliğe uygunca düzenlenmeli ve detayları ayrıca belirtilmelidir.

Perdelerin ilave edilmesi ve kolonların mantolanmasıyla taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılmış ve böylece depreme dayanıklı yapı tasarımında uygulanması gereken koşullardan sınırlı yanal ötelenme sağlanmıştır.En üst kat seviyesinde, x doğrultusunda mevcut yapının yer değiştirmesi 18,4 mm'den güçlendirme sonrası 2,0 mm'ye indiği görülmüştür. (EK-F Şekil-6.7 ve 6.8)

Rijitliğin artmasının doğal sonucu olarak yapının serbest titreşim peryotları değişmiştir (T_{mev-x}=0.52sn, $T_{güç-x}$=0.15sn). Mevcut yapıya ve güçlendirilmiş yapıya ait ilk üç modun peryotları Tablo-6.1' de ve göreli kat ötelemeleri Talo-6.2 ve 6.3' de verilmiştir.

Mevcut yapıdaki düşük beton dayanımı göz önüne alınarak modifiye edilen S_{BG} indisi ilkin, S_{BG}=0,38 (depreme karşı zayıf dayanımda yapı) durumundan, güçlendirme sonrası S_{BG}=1,54 ~ 2,0 arasında (depreme karşı çok dayanıklı) değer elde edilerek yapılan statik ve dinamik analizlerle uyum sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

[1] **Hasgür Z., Celep Z. ,**Betonarme Yapıların Güçlendirilmesi Semineri 18-19 Haziran 2001 Denizli

[2] **Celep Z., Kumbasar N. ,**Yapı Dinamiği ve Deprem Mühendisliğine Giriş İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Profesörleri

[3] **Celep Z., Kumbasar N. ,**Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Profesörleri İstanbul 2000

[4] **Ersoy U. ,**Reinforced Concrete Middle East Technical University Ankara 1991

[5] **Wasti S.T. ,**Betonarme ve Yığma Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi Semineri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi, 20-24 Mart 2000 Ankara

[6] **Demir H. ,**Depremlerden Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi. İnşaat Fakültesi , İTÜ

[7] Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi Alanında Gelişmeler Semineri, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi 10 Mayıs 2002

[8] Dördüncü Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı ODTÜ Kongre ve Kültür Merkezi 17-19 Eylül 1997 Ankara**.**

[9] Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997

[10] TS500, Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara Şubat 2000

EKLER

EK-A : Kolon Kapasite Tahkikine Ait Fortran Programı Akış Diagramı

EK-B : Mevcut Proje

EK-C : Güçlendirme Projesi

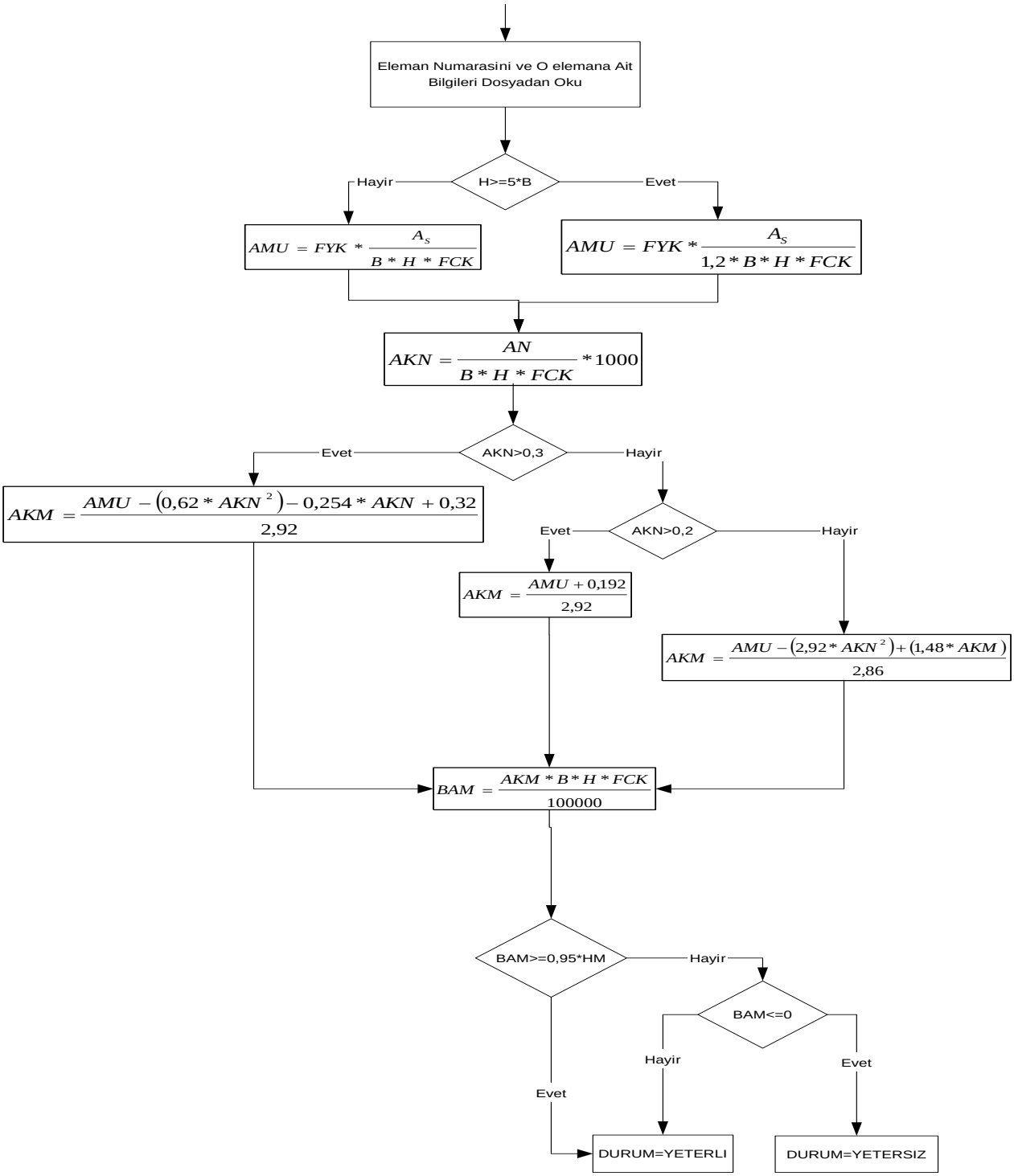
EK-D : Detay Projeleri

EK-E : Tablolar

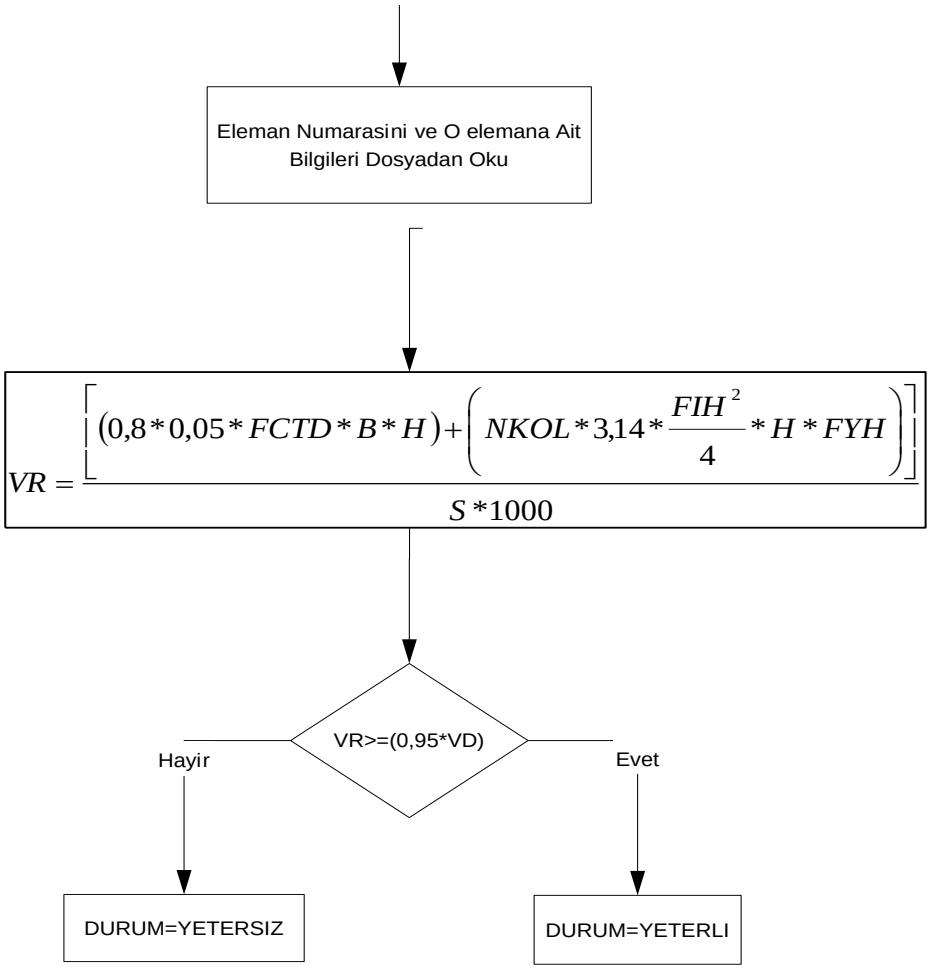
EK-F : Şekiller

EK-A : Kolon Kapasite Tahkikine Ait Fortran Programı Akış Diagramı

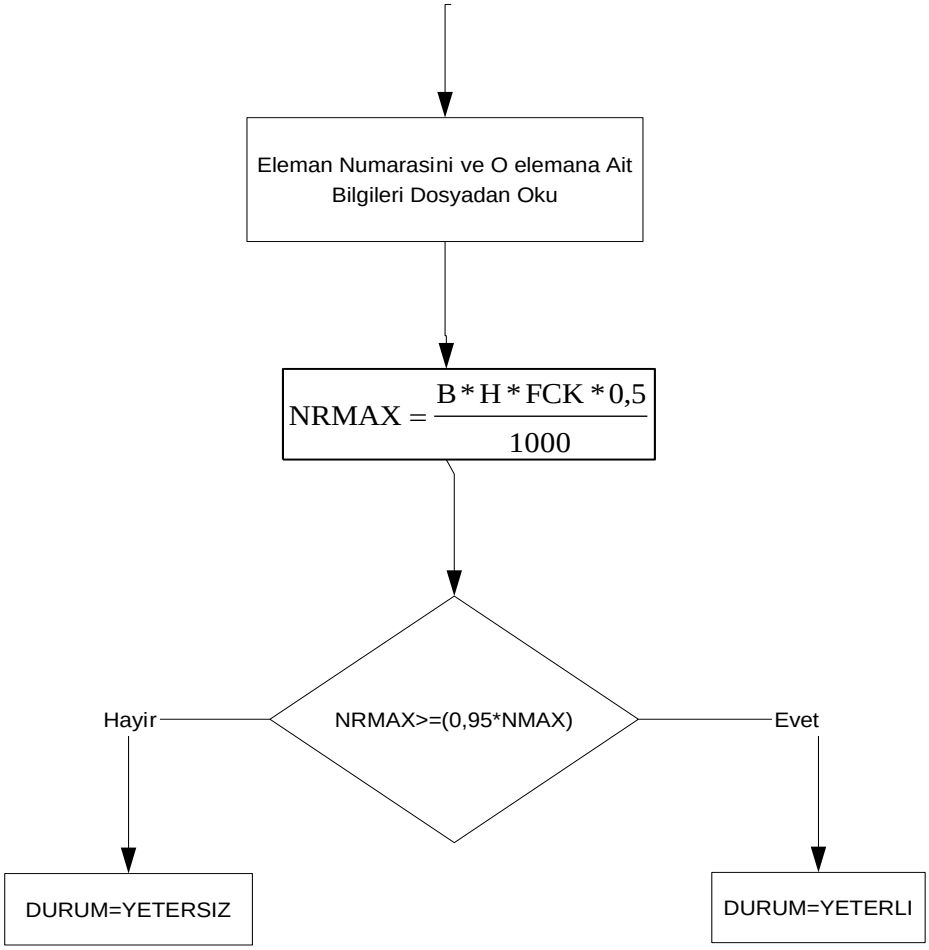
Moment Tahkiki İçin Kullanilan Fortran Yazilimina Ait Akiş Diagrami



Kesme Kuvveti Tahkiki İçin Kullanilan Fortran Yazilimina Ait Akiş Diagrami



Eksenel Kuvvet Tahkiki İçin Kullanilan Fortran Yazilimina Ait Akiş Diagrami



EK-B : MEVCUT PROJE

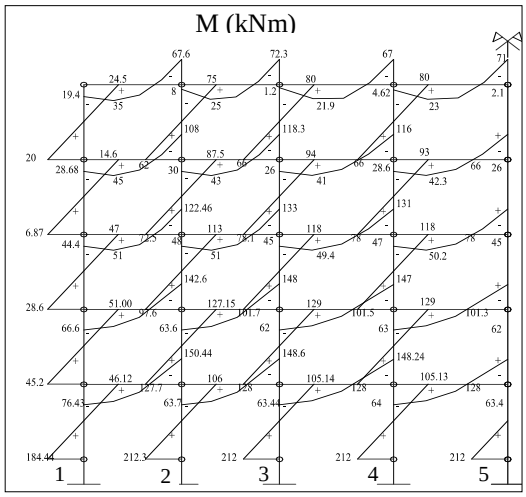
EK-C : GÜÇLENDİRME PROJESİ

EK-D : DETAY PROJELERİ

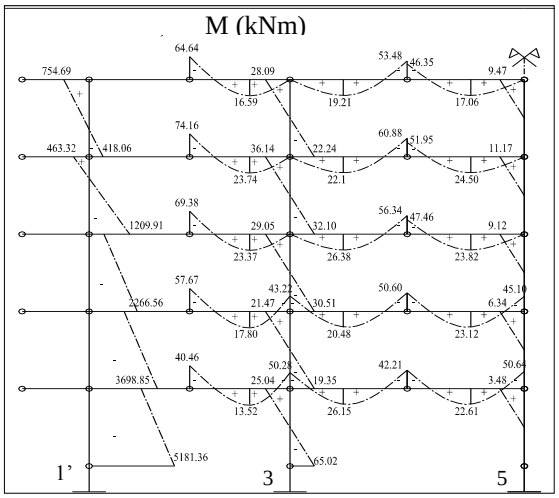
EK-E : TABLOLAR

EK-F : ŞEKİLLER

Mevcut Yapı

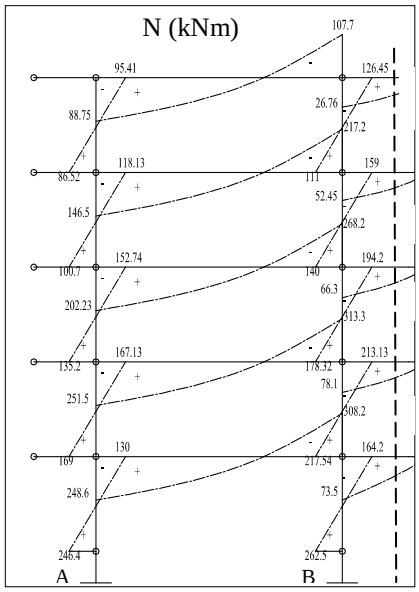


Güçlendirmeye Esas Yapı

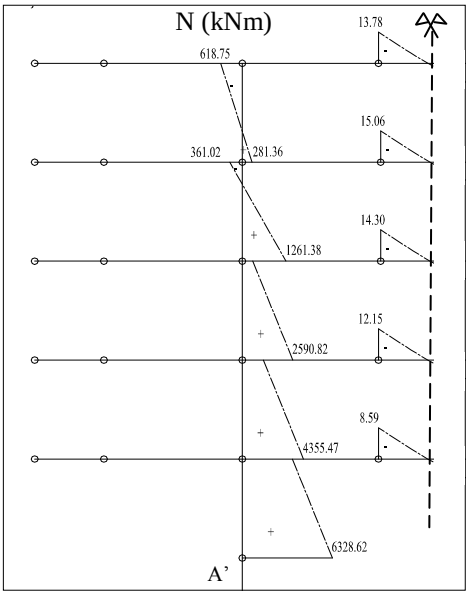


Şekil-6.1 :X Doğrultusu Mevcut ve Güçlendirmeye Esas Yapı D-D Aksları Moment Diyagramları (GQEX5 Kombinasyonunda)

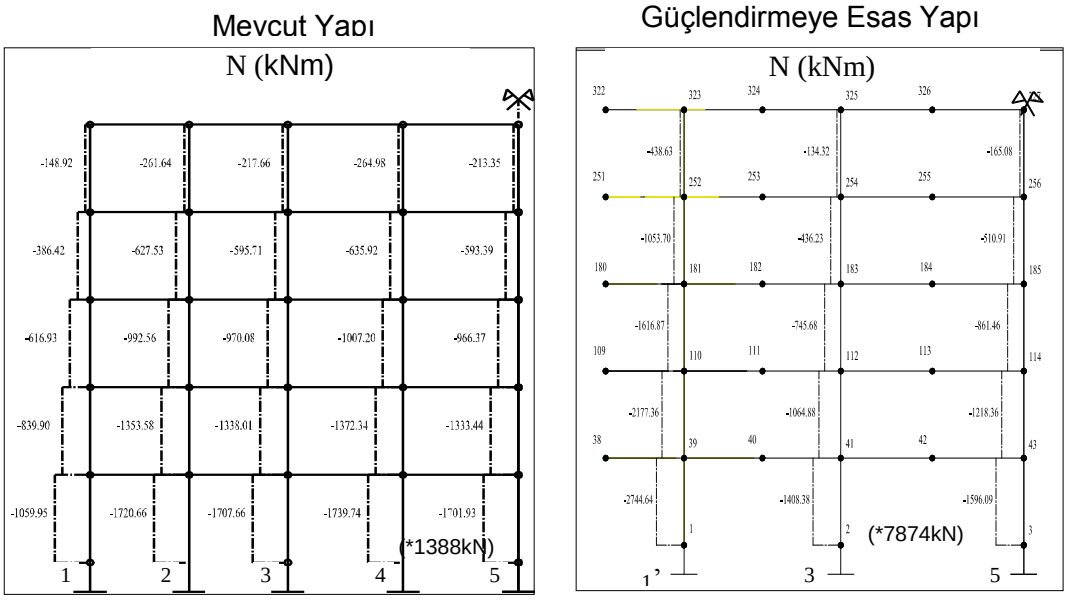
Mevcut Yapı



Güçlendirmeye Esas Yapı



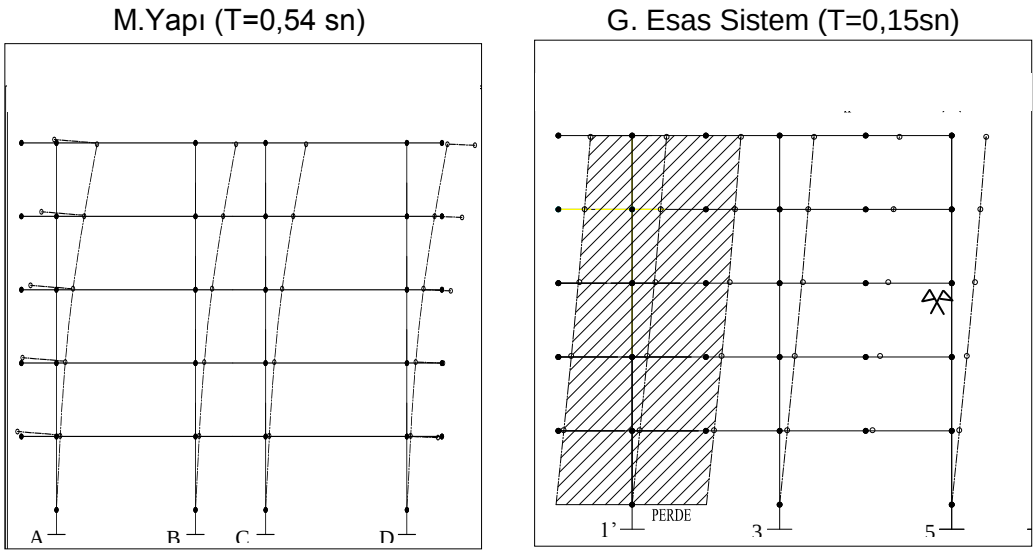
Şekil-6.2 : Y Doğrultusu Mevcut ve Güçlendirmeye Esas Yapı 1-1 Aksları Moment Diyagramları (GQEY5 Kombinasyonunda)



Şekil-6.3 :Mevcut ve Güçlendirmeye Esas Yapı D-D Aksları Normal Kuvvet Diyagramları (1.45GQ Kombinasyonunda)

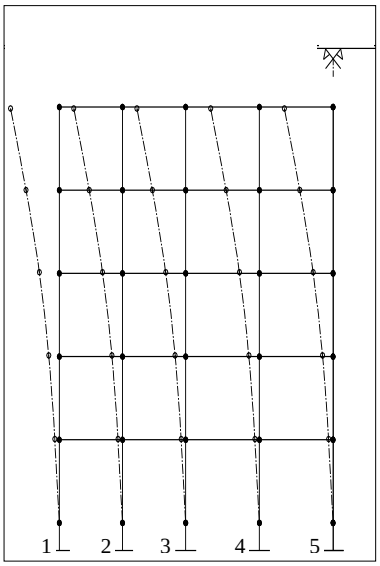
*1388 kN :Mevcut yapıda 5 nolu aksta bulunan SZ32 kolonu normal kuvvet taşıma kapasitesi.

*7874 kN :Mantolanmış SZ32 kolonu normal kuvvet taşıma kapasitesi.

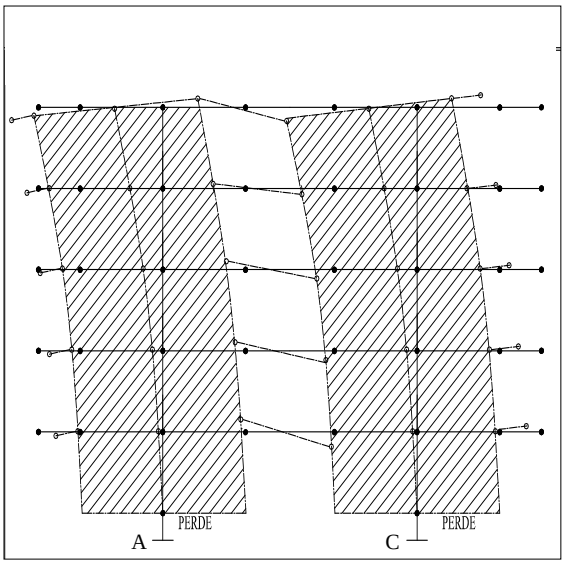


Şekil-6.4 :Mevcut Yapı ve G. Esas Sistem1. Mod Şekilleri Ve Peryotları

M.Yapı (T=0,52 sn)

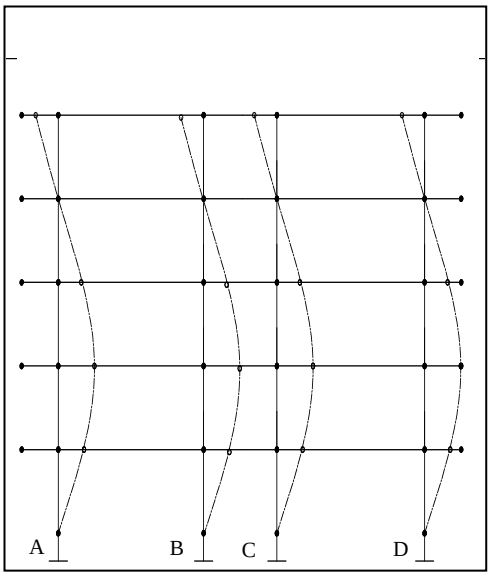


G.Esas Sistem (T=0,10sn)

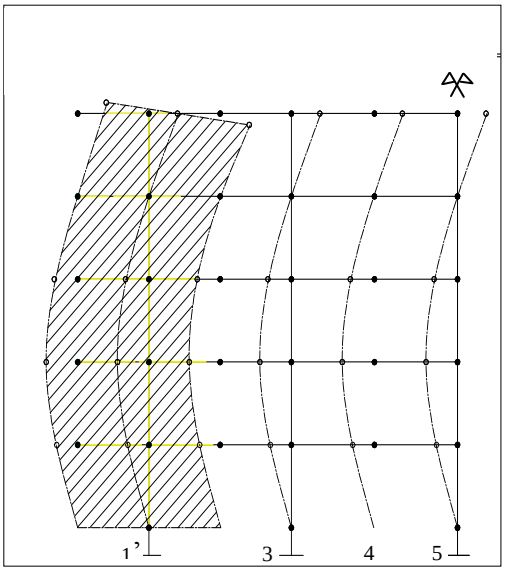


Şekil-6.5 :Mevcut Yapı ve G. Esas Sistem 2. Mod Şekilleri ve Peryotları

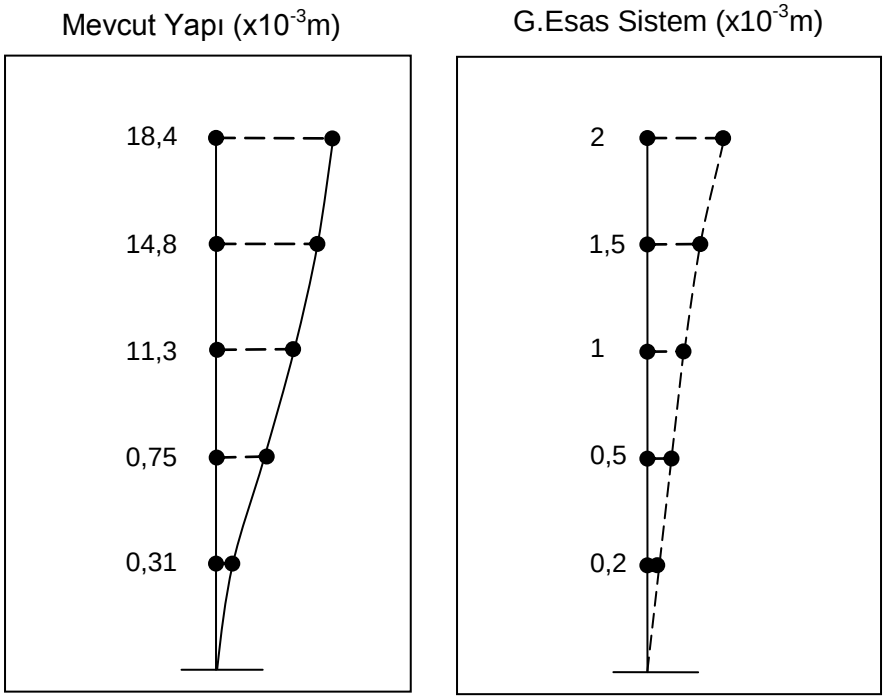
M.Yapı (T=0,21 sn)



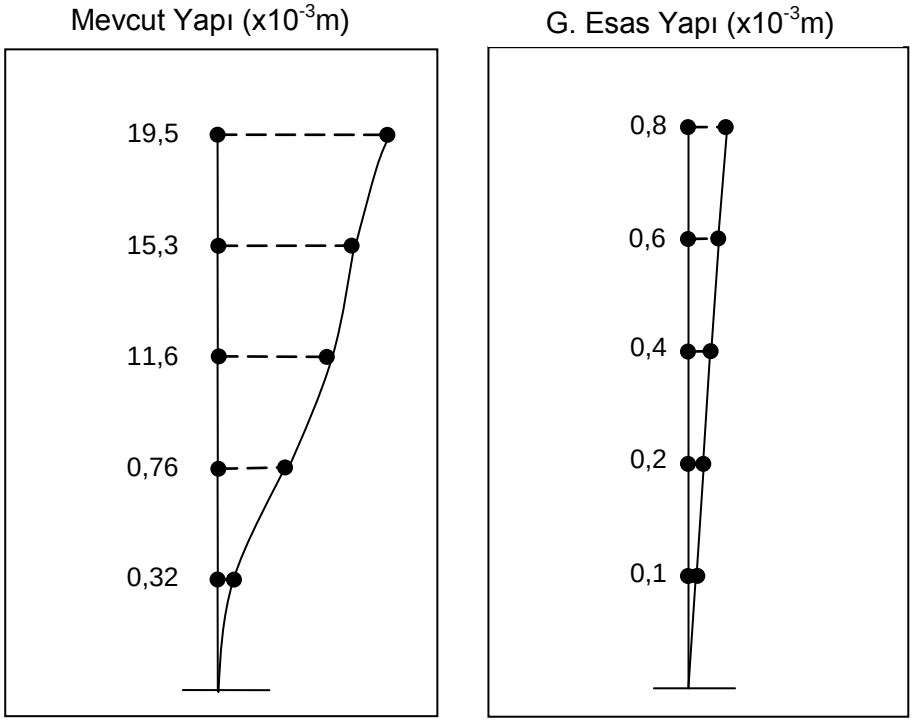
G.Esas Sistem (T=0,04 sn)



Şekil-6.6 :Mevcut Yapı ve G. Esas Sistem 3. Mod Şekilleri Ve Peryotları

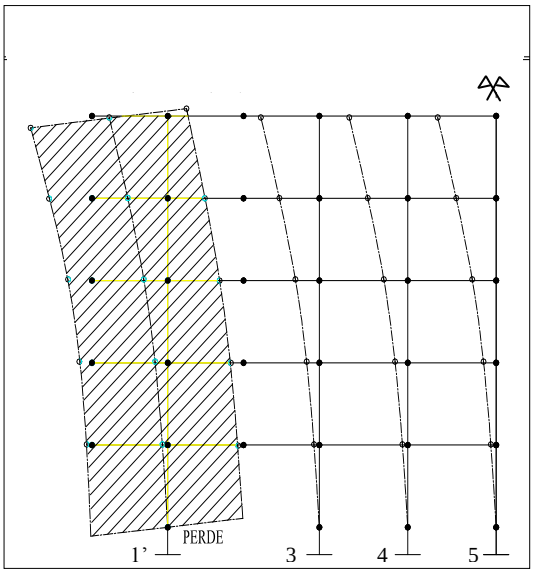


Şekil-6.7 :Mevcut Yapı ve Güçlendirmeye Esas Sistem X Doğrultusu Kat Yerdeğiştirmeleri

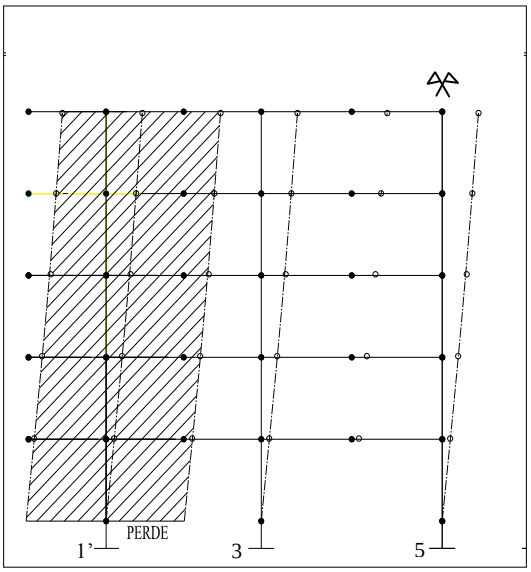


Şekil-6.8 :Mevcut Yapı ve Güçlendirmeye Esas Sistem Y Doğrultusu Kat Yerdeğiştirmeleri

I.Alternatif Sistem (T=0,20 sn)

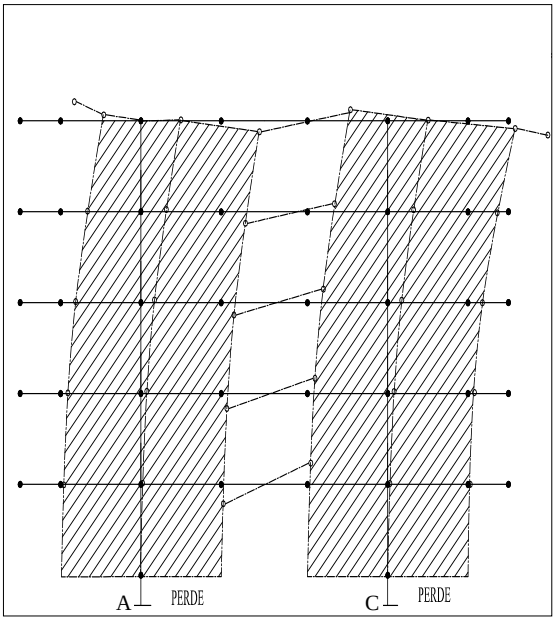


G.Esas Sistem (T=0,15)

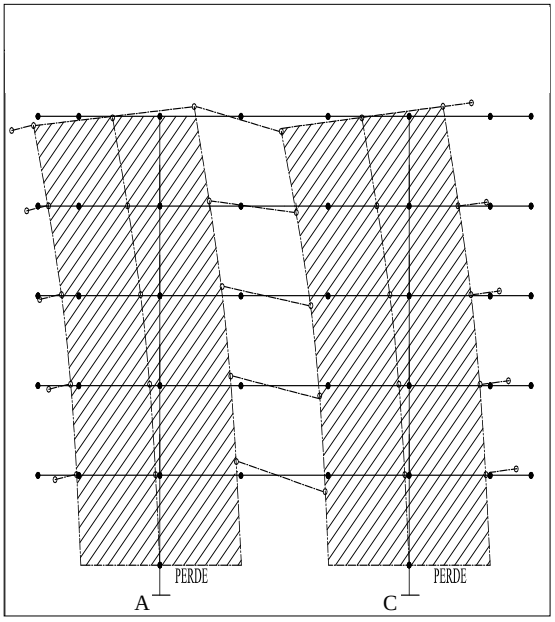


Şekil-6.9 :Mevcut Yapı ve Güçlendirmeye Esas Sistem 1. Mod Şekilleri ve Peryotları

I.Alternatif Sistem (T=0,14 sn)

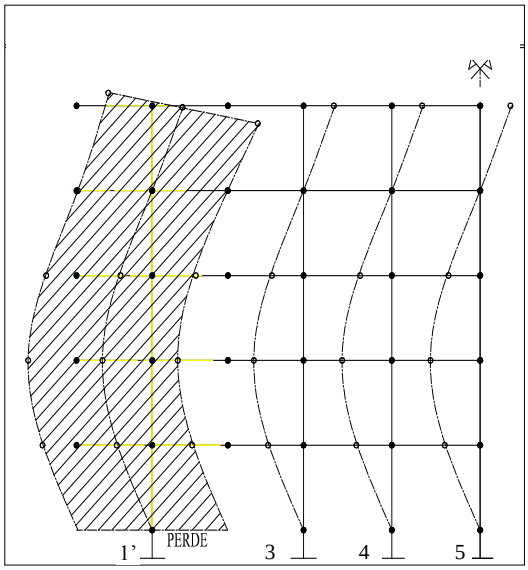


G.Esas Sistem (T=0,10)

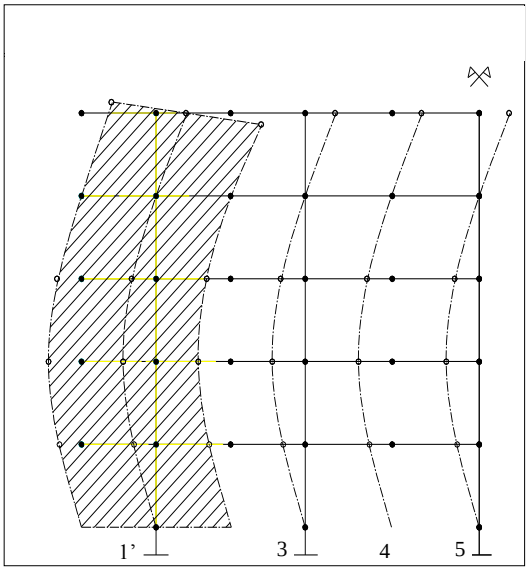


Şekil-6.10 :Güçlendirmeye Esas Sistem ve I.Alternatif Sistem 2. Mod Şekilleri ve Peryotları

I.Alternatif Sistem (T=0,05sn)



G.Esas Sistem (T=0,04 sn)



Şekil-6.11.:Güçlendirmeye Esas Sistem ve I.Alternatif Sistem 3. Mod Şekilleri ve Peryotları

ÖZGEÇMİŞ

Yıldırım M. Yılmaz, 1970 yılında İstanbul'da doğmuştur.Lise eğitimini İzmir'de Maltepe Askeri Lisesi'nde tamamlamıştır. Lisans Diplomasını Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nden almıştır. Halen 1nci Ordu Komutanlığı'nda İnşaat Plan Subayı olarak görev yapan Yıldırım M. YILMAZ evli ve iki çocuk babasıdır.